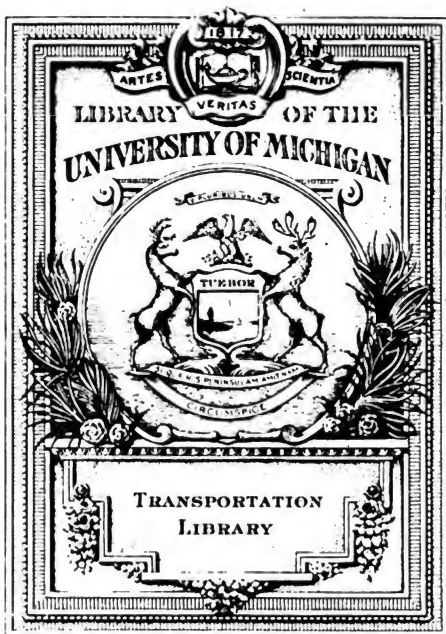


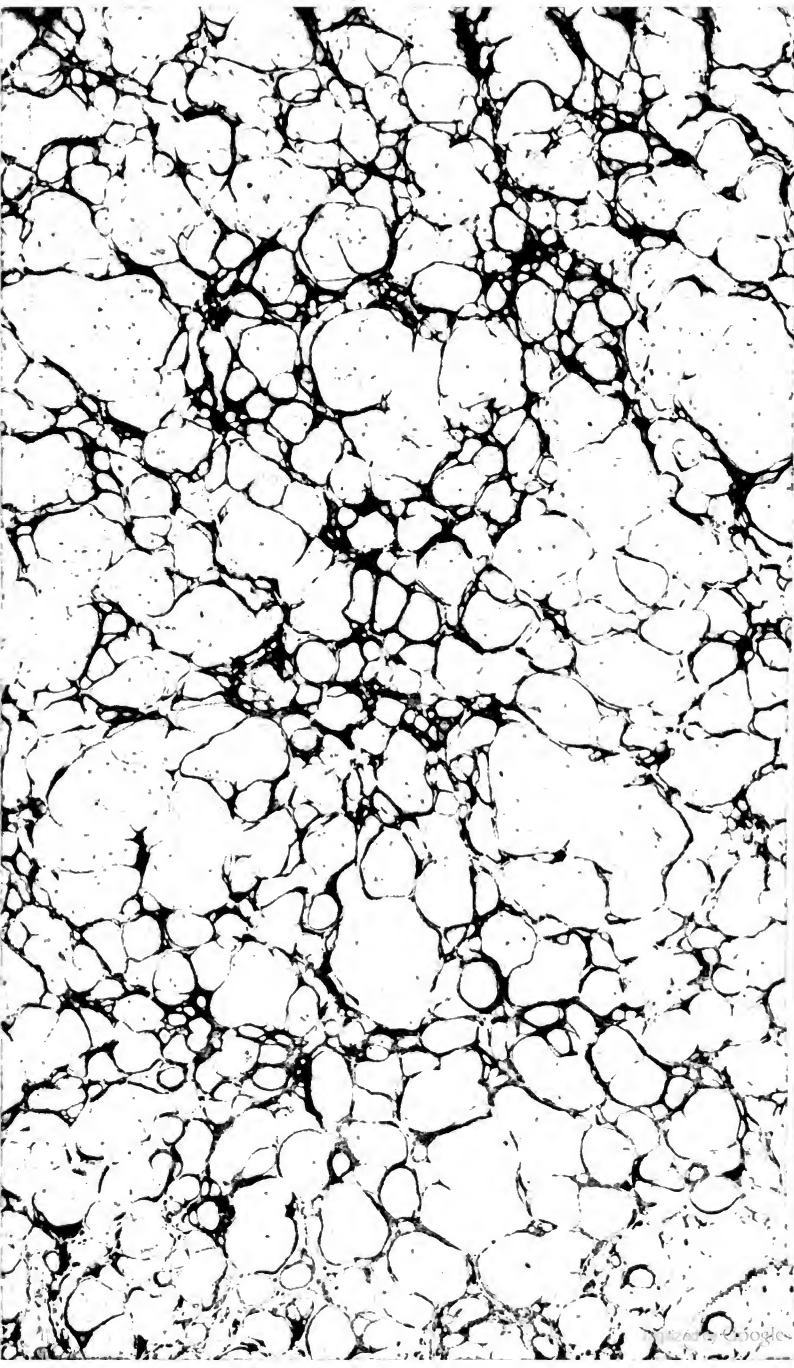
A

753,813

DUPL







839. 247.5091

4-

Transportation
Library

TJ

464

.L329

TRANSPORTATION LIBRARY

5076



Dampmaskinen

steam engine

ved

Dr. *Dionysius*
Gardner

oversat
af

af
✓
S. Gjorth.



Med 7 Kobbertavler.
pl.

Kjøbenhavn.

Copenhagen

Paa Bog- og Papirhandler E. Steens Forlag,
trykt hos S. L. Møller.

1838.

TRANSPORTATION LIBRARY

40

Indhold.

1ste Afsnit.

Indledende Bemærkninger.

Bevægelse. — Dyrisk Kraft. — Kraft, frembragt ved Natu-
rens Virkninger. — Begreb om en Maskine. — Første Be-
væger. — Atmosfærens mechaniske Egenskaber. — Dens
Vægt. — Barometer. — Flydende Vægmæls Tryk. — For-
tyndet Lufts Tryk. — Luftens Spændighed. — Varmens
Virkning. — Thermometer. — Fryse- og Røge-Punct. —
Vægmæls Udvidelse. — Dens Overgang fra den faste til den
flydende Tilstand. — Fordampning og Fortætning. — Dam-
pens latente Varme. — Vandets Udvidelse ved Fordampning.
Virkninger af Frastødnings- og Sammenhængnings-Kraft. —
Dampens Spændighed ved Røgepunctet. — Et lufttomt
Rums Frembringelse ved Fortætning Pag. 21.

2det Afsnit.

De første Skridt i Dampmaskinens Opfindelse.

Opsættende Skridt ianledning af tidligere Fordringer paa Vren
for denne Opfindelse. — Watt, den virkelige Opfinder. —
Hero fra Alexandria. — Blasco de Garay. — Salomon de
Caus. — Giovanni Branca. — Marquien af Worcester. —
Samuel Morland. — Denis Papin. — Thomas Savery — 30.

3die Afsnit.

Savery's og Newcomen's Dampmaskiner.

Savery's Maskine. — Rjebler og dertil hørende Indretninger.
— Virkende Apparat. — Den Maade, hvorpaa Maskinen

IV

Indhold.

virker. — Mangler ved Maskinen. — Newcomen og Savley.
 — Atmosfærisk Maskine. — Tilfældig Opdagelse af Fortæt-
 ning ved Indsprøtning. — Potters Opfindelse af den Maade,
 hvorpaa Ventilerne bevæges Pag. 44.

4de Afsnit.

James Watt's Maskine.

Den atmosfæriske Maskines Fortrin fremfor Savery's — Pa-
 pin's Maskine. — James Watt. — De første Midler, hvor-
 ved han sparede Varme. — Principet for hans Forbedringer — 53.

5te Afsnit.

Watt's enkeltvirkende Maskine.

Anvendelse af Expansions-Principet. — Watt's Forening med Bol-
 ton. — Forlængelse af hans Patent til 1800. — Vanskeligheder
 med at faae Maskinen i almindelig Brug — 63.

6te Afsnit.

Den dobbeltvirkende Maskine.

Den enkeltvirkende Maskine, udfikket til at drive Maskinerie. —
 Forskjellige Indretninger til at gjøre den fikket dertil. —
 Dobbeltvirkende Cylinder. — Forskjellige Maader at forbinde
 Stemplet med Ballancen. — Parallel-Bevægelse. — Krum-
 tap. — Sol- og Planet-Hjulene. — Svinghjul. — Regulator. — 75.

7de Afsnit.

Den dobbeltvirkende Dampmaskine.

(Fortsat.)

Ventilerne i den dobbeltvirkende Dampmaskine. — Oprindelige
 Ventiler. — Spindel-Ventil. — Glidende Ventil. — D-Ventil.
 Seavard's Opfindelse. — Fire-Gangs-Panen — 84.

8de Afsnit.

Rjedlen og dertil hørende Indretninger.

Bandets Høide. — Prøvehaner. — Forsynings-Apparat. —
Spændkraftmaaler. — Sikkerheds-Ventil. — Selvstyrende
Dæmper. — Edelkrans's Ventil. — Ildsted. — Røgfortæ-
rende Ildsted. — Brunton's selvstyrende Ildsted. — Old-
ham's forandrede Ildsted Pag. 98.

9de Afsnit.

Maskiner med to Cylindre.

Hornblower's Maskine. — Woolf's Maskine. — Cartwright's
Maskine. — 108.

10de Afsnit.

Dampvogne paa Jernbaner.

Poitryk's-Maskine. — Leupold's Maskine. — Trevithik og Vi-
vian. — Virkninger af forbedrede Communicationsmidler. —
Historisk Beretning om Dampvogne. — Blenkinsop's Patent.
— Chapman's Forbedring. — Maskine, som bevæges ved
fremspringende Been og Fodder. — Stephenson's første Ma-
skine. — Hans forbedrede Maskine. — Liverpool og Man-
chester Jernbane-Interessentskabet. — Dets første Fremgangs-
maade. — Den store Concurrence 1829. — Dampvognen
Rocket. — Sanspareil. — Novelty. — Rocket's Egenskaber.
— Gradvis Forbedringer. — Forsøg. — Møbler ved de
nuværende Maskiner. — Skraaplaner. — Midler til at over-
vinde Modstanden paa samme. — Sandsynlige Virkninger af
de projecterede Jernbaner. — Dampkraft, sammenlignet med
Hestekraft. — Jernbaner, sammenlignede med Canaler — 155.

11te Afsnit.

Dampvogne paa almindelige Veie.

Jernbaner, sammenlignede med almindelige Veie. — Gurney's
Opfindelse. — Hans Dampvogn. — Dens Arbeidsmængde.

— Forbomme og Vildfarelser. — Committee, nedsat af det engelske Underhuus. — Bequemmelighed og Sikkerhed med Dampvogne. — Pantock's Dampvogn. — N. Dgle. — Dr. Church. Pag. 174.

12te Afsnit.

Dampskibsfarten.

Skovthjul. — Den Maade, hvorpaa de berages. — Skibs-Maskiner. — De skadelige Følger af Bunderfald i Kjedlen. — Hall's Fortættelse. — Howard's Opfindelse. — Morgan's Skovthjul. — Grændser for Dampskibsfarten. — Kraftens Forhold til Drægtigheden. — Gjennemsnits-Hastighed. — Kulforbrug. — Jern-Dampskibe. — Americanke Dampskibe. — Dampskibsfart til Ostindien — 196.

13de Afsnit.

Dampkraftens Virkning ialmindelighed.

Dampens mekaniske Virksomhed. — Uafhængig af Trykket. — Dens mekaniske Virksomhed ved Fortætning. — Ved Fortætning i Forening med Expansion. — Ved umiddelbart Tryk og Expansion. — Ved umiddelbart Tryk og Fortætning. — Ved umiddelbart Tryk, Fortætning og Expansion. — Maskinens Kraft. — Maskinens Arbeidsmængde. — Begreb om Hestekraft. — Den Maade, hvorpaa en Maskines Kraft beregnes. — Vandmængde og Damprum i Kjedlen. — Ildes Overflade og Ildgangs-Overflade. — Damprørets Størrelse. — Stemplets Hastighed. — Brændselbesparelse. — Beretning om Arbeidsmængden af flere Maskiner i Cornwall Pag. 220.

14de Afsnit.

Regler for Jernbaners Anlæggelse — 230.

Anhang af Oversatteren.

Rotatorisk Dampmaskine — 242.

For tale.

Den første Udgave af dette Værk, som er forfattet af en Mand, der indtager en hæderlig Plads iblandt de britiske Dyrkere af Naturvidenskaberne, udkom i Aaret 1827. Siden den Tid er der foregaaet saamange Forandringer med Dampmaskinens Anvendelse, at Forfatteren har fundet en Omarbeidelse af Værket uundgaelig nødvendig; og den 5te Udgave, som udkom i London i Begyndelsen af Aaret 1836 under den Titel: *The Steam Engine familiarly explained and illustrated, with an historical sketch of its invention and progressive improvement; its applications to navigation and railways, with plain maxims for railway speculators* — er derfor ganske omarbeidet. Fortrinlig har han ved denne nye Bearbeidelse ikke alene rettet sit Blif paa Dampskibsfarten, som nu begynder at forforte Veien over Havet til de fjerneste Verdensdele, men ogsaa paa Jernbanerne, hvorved næsten overalt i Europa og America aabnes nye Veie til Fættelse for Handel og Samfærdsel; og selv de nyeste Forsøg med at anvende Dampvogne paa almindelige Veie ere offrede en omhyggelig Undersegelse.

Forsfatteren vilde vel, ved Skriftets Udarbejdelse, ikke lade dem være ganske af Sigte, som gjøre Mechanikkens Studium til deres Kalb, men fornemmelig har han havt den i hans Fædreland talrige Klasse af Publicum for Øie, som interesserer sig for den vigtige Gjenstand, der omhandles i dette Skrift, og som, i saa mange Exempler paa en opvakt Opfindelsesaaand, finder Opfordring til noiere at udforske den. For Læsere af denne Klasse — siger han — er Dampmaskinen en Gjenstand, som, hensigtsmæssig behandlet, har en mægtig, eiendommelig Tillokkelse. See vi hen til Historien om denne Opfindelse og de derved frembragte Virkninger, eller Midlerne, ved hvilke disse Virkninger ere tilveiebragte, da finde vi saa meget, som tilfredsstiller vor Nationalstolthed, vækker vor Begjærlighed efter at forstke og fængsler vor Beundring. Opfindelsen og de fremskridende Forbedringer af denne overordentlige Maskine ere et Bærk af vor Tid og vort Fædreland; den er i det sidste Aarhundrede bleven bragt til Fuldkommenhed, og skulder denne Opfindelse den britiske Staberaand, næret og understøttet ved britiske Capitaler. Vilde vi optælle Virkningerne af denne Opfindelse, saa maatte næsten alle Livets Bequemmeligheder, alle Livsnydelser optælles. Den har forøget Midlerne til Menneskenes Lykjalighed, idet den ikke alene skaber nye Behageligheder, men ogsaa gjør ældre Livsnydelser saa billige, at de tillige blive tilgængelige for dem, som forhen ikke turde haabe at opnaae dem. Dens Virkninger ere ikke alene indskrænkede til England; de strække sig ogsaa over den hele civiliserede Verden, og selv de vilde Stammer i

America, Asien og Africa ville snart føle de fjerne eller umiddelbare Virkninger af denne almægtige Kraft!

Visselig maae de Virkninger, som Dampmaskinen har havt paa Handelen og Folke-Velstanden, vække vor Forbauselse og Mødernes, hvorved disse Virkninger ere tilveiebragte, ikke mindre vække vor Beundring. Dampmaskinens Historie viser os en Række af sindrige Opfindelser, som overgaae alt hvad Historiens Aarbøger have at opvise om denne Slags Kunster. Disse beundringsværdige Opfindelser, ulig alle andre Resultater af videnskabelige Forskninger, have ogsaa den Egenhed, at ikkun faa Forskunders ubfordres til at forstaae og vurdere deres Fortreffelighed. En simpel og tydelig Fremstilling, saa meget mulig fri for tekniske Enkeltheder, og oplyst ved hensigtsmæssige, udvalgte Figurer, er tilstrækkelig til at gjøre de Grundsætninger forstaaelige, paa hvilke Indretningen og Virkningerne af Dampmaskinen beroe.

Lardner vilde, efter sin Plan, indskrænke sig dertil, at angive disse almindelige Grundsætninger, uden at indlade sig i Enkeltheder, som kun kunne være af Betydning for den practiske Mechaniker; han har derfor ogsaa i Historien om Opfindelsen og de fremskridende Forbedringer af Dampmaskinen, ikkun fremhævet de vigtigste Træk, og kun flygtig berørt de smaalige Stridigheder, som, Tid efter anden, ere opstaaede over Paastande, om de fremkomne Opfindelser. De samme Hensyn have ogsaa ledet ham ved Beskrivelsen af de enkelte Dele af Maskinen.

Dampmaskinens Anvendelse til mechanisk Brug er, ved forskjelligte Leiligheder og i adskillige Lande, bleven

foreflaaet under mangfoldige Former; men den største Deel af disse Planer ere ikke blevne udførte. Paa Beskrivelsen af saadanne, ikke sjelden findrig opfundne, Maskiner har Forfatteren ikke indladt sig, men ladet sig nøie med at beskrive de Maskiner, som ere komne i virkelig Brug og danne et vigtigt Led i Opfindelsernes Række.

Alle de Figurer, som Originalen indeholder, ere ogsaa vedsoiede denne Oversættelse. Da der imidlertid, siden Bærket udkom, er skeet flere væsentlige Forbedringer ved Dampvognene og de Maskiner, der anvendes paa Dampskibene, har Oversætterten, som stadigen har fulgt de Fremskridt, der ere gjorte i denne Henseende, tilføiet nogle Bemærkninger om de vigtigste af de i den senere Tid skeete Forbedringer, hvilke desuden ere oplyste med Figurer.

Kjøbenhavn i Juli 1838.

S. Hjorth.

Forste Afsnit.

Indledende Bemærkninger.

Iblandt de af Naturens Producter, som ere bestemte til Tilfredsstillelsen af Menneskets Nødvendigheder, gives der kun faa, der ere passende dertil, saaledes som de fremkomme af Jorden, og, med Undtagelse af den atmosfæriske Luft, ville vi neppe finde noget andet; thi endogfaa Vandet maa i de fleste Tilfælde ledes frem fra Bække eller Beholdere, og selv Næringsmidlerne behøve næsten i enhver Form, Kultur og Tilberedelse. Men vende vi os fra de simple Opholdelsesmidler for den physiske Tilværelse i dens oprindelige Tilstand til det dannede Livs Fordringer, uden at tale om de finere Nydelser, saa ville vi finde, at alt hvad der bidrager eller tjener til vore Fornøielser foreløbig fordrer meget Arbeide. I de fleste Tilfælde erholde Gjenstandene for vore Nydelser ikke deres Fortrin fra Egenstaber, som oprindelig tilhøre de naturlige Stoffer, af hvilke de fremgaae, men fra Egenstaber, som de erholde ved menneskelig Arbeide og Færdighed. Ved alle Forandringer, som Jordens raae Producter maae undergaae for at blive passende til vore Nødvendigheder, er Bevægelse en af de fortrinligste Virkekrafter. Saaledes fordrer f. E. Tilberedelsen af Bomulden til vore Klæder Anvendelsen af bevægende Krafter, som først maa anvendes paa Jorden, derefter paa Planten, og endelig, efterat den er rensat og forvandlet til Traade, paa at spinde og videre forarbeide dem til det tilsigtede Brug.

I den raae Tilstand af det menneskelige Selskab bleve de Bevægelseskrafter, som udfordredes til de simple Manufacturer, tilveiebragte ved umiddelbar Anvendelse af Haanden; men ved Jagttagelse og Estertanke fremkom snart lettere og mere virksomme Midler til Opnaaelsen af det samme Diemed. Man søgte først i Dyrenes Krafter en Lettelse i Menneskets Ar-

beide, indtil videre Eftertanke og Forskning ledede til bedre Midler. See vi os om i Naturen, saa opdage vi livløse Gjenstande, i hvilke der foregaaer forskellige, fornemmelig ved Bevægelse frembragte, Virkninger. Vi see Vandfalde, Løb af Strømme, Stigen og Falden af Havet, Strømningerne i Atmosfæren, og der maa da snart opstaae det Spørgsmaal, om vi ikke, istedetfor at dele Midlerne til vort Underhold med Dyrene, hvis Kraft vi benytte, ikke ligesaa godt kunne tilvejebringe de fornødne bevægende Kræfter ved at benytte de forskellige Naturvirkninger? Men her møder os snart en Vanskelighed: Vi behøve en Bevægelse af en særdeles Slags; men Winden blæser ikke, Vandet falder ikke saaledes som vore særdeles Fornødenheder fordrer, eller som vi ønske det, men efter bestemte Naturlove. Vi behøve en opad gaaende Bevægelse, og Vandet løber nedad, vi ønske en kredsformig Bevægelse, og Winden gaaer i en lige Retning. De bevægende Kræfter, saaledes som de foresindes i deres naturlige Tilstand, maae derfor forandres efter vore Hensigter, og Midlerne, ved hvilke saadanne Forandringer frembringes, kaldes Maskiner. En Maskine er derfor det Redskab, hvorved en eller anden Naturkraft eller Bevægelse meddeles den Gjenstand, paa hvilken hiin Kraft eller Bevægelse skal anvendes. Den forandrer, formedelst dens Indretning, den naturlige Bevægelse, som virker paa den, saaledes, at den Gjenstand, der skal bevæges, just meddeles den særdeles Art af Bevægelse, som den skal have. Antage vi at der udfordres en kredsformig eller omdreieende (roterende) Bevægelse, og den eneste bevægende Kraft, som staaer til vor Raadighed, er et Vandfald, saa sætte vi paa Arsen, der skal have en omdreieende Bevægelse, et Hjul, hvis Rand er forsynet med Skovler, og lade Vandet i Skovlerne paa den ene Side af Hjulet, hvorved dets Vægt da trykker Hjulet ned, medens Skovlerne paa den anden Side ere tomme og have en omvendt Retning. Ved Omdreiningen af Hjulet udgøde Skovlerne i den nedgaaende Side deres Indhold, indtil de naaer det nederste Punct, og stige da tomme frem paa den anden Side. Vandets Vægt nedtrykker saaledes stedse een Side af Hjulet, medens den anden er ubetyngtet, og derved opstaaer da en vedvarende omdreieende Bevægelse.

Ved enhver Maskine komme tre Puncter i Betragtning: den bevægende Kraft, Maskinens Beskaffenhed, og endelig Gjenstanden, paa hvilken Bevægelsen skal virke. Ved Dampmaskinen opstaaer den bevægende Kraft ved Tilfrynelse, som

fremtræde, naar Varme virker paa Vædsker, men ved Indretningen og Anvendelsen af Maskinen ere forskellige Virkninger virksomme, hvilke vi fuldkommen maae kjende, for at forstaae Maskinens Væsen eller den Maade, hvorpaa den virker.

2.

De med Dampmaskinens Virksomhed noie forbundne physiske Virkninger ere visse mechaniske Egenskaber i Atmosfæren, hiint tynde og gjennemsigtige Legeme, i hvilke vi leve og som, naar det indaandes, opholder det dyriske Liv. Dette Legeme er tilsyneladende saa let og fortyndet, at man neppe skulde troe, at det ogsaa virkelig er et Legeme. Det maa ders for forundre Mange, naar den Paaastand udtales, at det ikke alene er et Legeme, men ogsaa et Legeme af betydelig Vægt. Vi kune bevise, at det trykker paa enhver Kvadrattommers Overflade*) med en Vægt af omtrent fjorten Pund.

3.

Man fylde et, over 32 Tommer langt, Glasrer A B (Fig. 2), som er aabent i den ene Ende A, og lukket i den anden B, med Qviksølv, og ligeledes Karret C, der bør være af Glas. Derpaa holder man en Finger paa A, for at forebygge at Qviksølvet ikke skal løbe ud, vender Røret om, og dykker den med Fingeren tilsyneladende Ende i Qviksølvet i Karret C. Er Enden af Røret under Qviksølvet's Overflade, saa trækker man Fingeren tilbage, og man vil da see, at Qviksølvet i Røret ikke, som man kunde formode, er sunket i lige Høide med Qviksølvet i Karret, hvilket vilde skee, naar Enden B var aaben, saa at der kunde strømme Luft ind i den øverste Deel af Røret. Qviksølvet i Røret (Fig. 3) vil staae omtrent 28 Tommer over Qviksølvet's Overflade i Beholderen C.

4.

Ursagen til denne Tilsyneladelse er, at Atmosfærens Tryk virker paa Qviksølvet's Overflade C i Beholderen og trykker det op i Røret, og da dette er lufttomt i den øverste Ende, saa følger deraf, at der bliver saameget Qviksølv i Røret over Overfladen C, som kan modstaae Atmosfærens

*) En Firkant, af hvilken enhver Side er en Tomme lang, som ABCD, Fig. 1.

Tryk. Antage vi at Rørets Nabning er af en Kvadrattommens Størrelse, saa vil Vægten af Dviffsølvsøilen i Røret over Punctet C noiaagtig være liig Atmosphærens Tryk paa enhver Kvadrattomme af Overfladen C. Da nu Høiden af Punctet D over C udgjør 28 Tom. og en, omtrent 2 Tom. hoi, Dviffsølvsøile med en Grundflade af en Kvadrattomme, er omtrent et Pund svær, saa følger deraf, at den Vægt, hvormed Atmosphæren trykker paa enhver Kvadrattomme af en lige Overflade, ndgjør 14 Pund. Et Apparat, der ved en Scala angiver Høiden af Punctet D over Punctet C, er det almindelige Barometer. Forskjellen mellem hine Puncter er underkastet en ringe Forandring, som angiver en tilsvarende Forandring i den atmosfæriske Luft. Vi antage imidlertid 28 Tommer som Gjennemsnit.

5.

Det er en Egenkab ved flydende Legemer, at de udøve et lige Tryk i alle Retninger, og Luften har ogsaa, ligesom ethvert andet Fluidum, denne Egenkab. Heraf følger, at da det nedadgaaende Tryk, eller Atmosphærens Vægt, er 14 Pund paa Kvadrattommen, udgjør ogsaa Trykket imod Siderne, opad og i skraa Retning lige saa meget. Uden at tage Hensyn til de almindelige Grundsætninger lader dette sig ogsaa godt gjøre ved et Forsøg. Man tage fire Glasrør af tilstrækkelig Længde ABCD (Fig. 4), som ere lukkede i Enderne ABCD og aabne i de andre. De aabne Ender i tre af Rørene ere boiede, saaledes som BCD. Naar man har fyldt dem med Dviffsolv, saa vender man dem forsigtig om, saaledes at de lukkede Ender ere overst, og man vil da see, at Dviffsølvet bliver staaende i alle Rørene*) og at dets Høide er eens i dem alle. Dviffsølvet vil holdes i A ved Atmosphærens opadgaaende Tryk, i B ved det horizontale eller Sidetrykket, i C ved det nedadgaaende og i D ved det skraa Tryk, og da det staaer lige høit i alle Rørene, vil Trykket ogsaa være lige overalt.

6.

I det under (3) beskrevne Forsøg er Rummet BD (Fig. 3) i den øverste Ende af Røret, fra hvilken Dviffsølvet

*) Forsøget med Røret A maa udføres meget omhyggeligt og dets Nabning ikkun have et ringe Gjennemsnit.

er sunket nedad, fuldkommen tomt, indeholder hverken Luft eller noget andet Fluidum, og kaldes derfor et Vacuum. Men indlader man nogen Luft i dette Rum, saa vil den strax udøve et Tryk paa D, hvorpaa Punctet D gaaer nedad, og vedbliver at synke indtil Qviksolvsøilen CD er saameget formindsket, at Atmosfærens Vægt er tilstrækkelig til at bære den tilligemed det Tryk, som Luften i Rummet BD udøver paa Qviksolvet. Den Quantitet Qviksolvsøile, som i dette Tilfælde synker i Røret, vil naturligviis svare til Trykket af den indtrængte Luft, saa at Trykket af denne Luft kan meget nøie beregnes, naar man antager et Pund paa Quadrattommen for 2 Tommer af Qviksolvet, som er sunket i Røret. Trykket af Luften, eller ethvert andet Fluidum ovenpaa Qviksolvet i Røret kan ogsaa beregnes ved at sammenligne dets Høide med Barometerhøiden. Differencen af Høiden vil stedse bestemme Trykket paa Overfladen af Qviksolvet i Røret. Vigtigheden af denne Grundsætning viser sig ved at betragte Dampmassens Virksomhed.

Den Luft, som, efter vor Forudsætning, er trængt ind i den øverste Deel af Røret, trykker paa Qviksolvens Overflade med en Kraft, som er meget større, end dens Vægt. Vars. E. Rummet BD (Fig. 3) fyldt med atmosfærisk Luft i dens sædvanlige Tilstand, saa vilde den udøve et Tryk paa Overfladen D, hvilket var liig Atmosfærens hele Tryk, omendstjondt det ikke udgjør et Gran. Den Egenkab, hvorved Luften udøver dette Tryk, er dens Spændighed, og denne Kraft formindskes nøiagtig i samme Forhold, som det Rum Luften indtager, bliver forstørret. Vi vide saaledes, at atmosfærisk Luft i dens sædvanlige Tilstand udøver et Tryk paa Overfladen af et Kar, hvori den er indsluttet, der omtrent udgjør 14 Pd. paa Quadrattommen. Dersom Rummet, hvori den er indsluttet, gøres dobbelt saa stort, saa udvider den sig strax og fylder det dobbelte Rum, men taber derved det halve af dens spændige Kraft, og trykker kun med en Vægt af 7 Pund paa hver Quadrattomme. Forstørres Karrets Indhold fem Gange, saa vil Luften ligeledes udvide sig saameget at den udfylder det, men udøver ifkun den femte Deel af dens oprindelige Tryk, eller næsten 3 Pund paa Quadrattommen. Dette Tab af spændig Kraft ved Forstørrelse af Luftens Volumen eller Rumfang, er ikke alene dette, men ogsaa alle andre spændige Legemer egen. Vi finde det derfor ogsaa ved

Dampe, og det er uundgaalig nødvendig at lægge Mærke dertil, for at kunne beregne Virkninger af denne Kraft.

7.

Der gives utallige Exempler paa Virkningerne af hine Egenskaber ved den atmosfæriske Luft, som paatrænge sig vor Jagttagelse. Stopper man Røret og Luftklappen paa en Blæsebælg, saa vil der udfordres en betydelig Kraft til at trække dens Sideslader fra hinanden. Denne Virkning opstaaer derved, at den i Bælgen værende Luft taber sin spændige Kraft ved den mindste Forstørrelse af dens Rumfang, medens Atmosfæren trykker med en usvækket Kraft paa den ydre Overflade. Føres Bælgens Sideslader saameget fra hinanden, at det indre Rum bliver fordoblet, saa virker den indsluttede Luft med en Vægt af omtrent 7 Pd. paa hver Kvadrattomme, medens Trykket paa den yderste Overflade udgjør 14 Pd. paa Kvadrattommen. Der vil derfor udfordres en ligesaa stor Kraft til at holde Sidesladerne i en saadan Stilling, som vilde være nødvendig til at bevæge dem fra hinanden, naar enhver Flade blev dreven imod den anden med et Tryk af 7 Pd. paa Kvadrattommen af deres ydre Overflade. Trykker man et Stykke fugtigt Læder saa fast paa en Steen, at der imellem begge bliver et lufttomt Rum, saa kan endogsaa en svær Steen blive hævet ved et paa Læderet befæstet Loug, fordi Stenen og Læderet sammenholdes af Atmosfærens Tryk.

8.

Vi vende os nu til at forklare de physiske Virkninger, som opstaae, naar Legemer meddeles eller beroves Varme.

Bliver et Legeme meddeelt Varme, saa er ialmindelighed en Forstørrelse af dets Omfang den umiddelbare Følge, og til samme Tid har Legemet ogsaa en større Varmegrad. Man har benyttet begge disse, med hinanden indtrædende, Virkninger: Udvidelse og Varmeformerelse, til at beregne den ene efter den anden, og derpaa beroer Indretningen af Thermometret, der, som bekendt, bestaaer af et Glasrør, som ender sig i en Kugle, der i Forhold til Gjennemsnittet af Uabnigheden i Røret bliver fyldt med Qviksolv eller et andet flydende Legeme, hvorpaa Enden af Røret tilsmeltes. Lader man nu paa en eller anden Maade Kuglen paavirket af Varme, saa erholder det deri værende Qviksolv en høiere Varmegrad, hvor-

ved det udvides, og optager derfor et større Rum. Da Kuglens Rumfang ikke er tilstrækkelig til, at det ophædede Qviksølv kan indeholdes deri, saa stiger dette op i Røret, og Graden af Udvidelsen bliver da bestemt ved at iagttage Qviksølvsøilens Stigning. Udsat for Varme eller Kulde vil Thermometret vise Afsværlinger og Qviksølvsøilen stige i Varme, samt falde i Kulde.

Til nøie Bestemmelse af denne Stigen og Falden tjener en i Grader inddeelte Scala, der er forskjellig efter de forskjellige Slags Thermometre. Faldmindelighed betegner den Delene af et Rum imellem to fra hinanden bortførte Puncter. Dykker man Kuglen i smeltende Is, saa falder Qviksølvet indtil et vist Punct, hvorved det da bliver staaende uforandret; bringes Kuglen i kogende Vand, saa stiger Qviksølvet til en vis Høide, ved hvilken det ligeledes beholder dets Stilling. Uagtet Vandet vedvarende udsættes for Ibens Paavirkning stiger Qviksølvet ikke mere, men bliver staaende paa et fast Punct. Begge hine faste Puncter er det naturlige Ispunct og Kogepunctet*). Varmegraden bestemmes efter den Høide, til hvilken Qviksølvet vilde stige i Røret under samme Temperatur.

9.

Den med Temperaturens Forhoielse forbundne Udvidelse er en af de almindeligste Virkninger af Varme. Den er alligevel forskjellig i forskjellige Legemer, mindst i faste, større i draabeslydende, og størst i luftformige Legemer. Men ogsaa de faste Legemer ere modtagelige for denne Udvidelse i forskjellige Grader. Metaller lade sig lettest udvide, men Metaller af forskjellige Slags blive ogsaa paa forskjellige Maader udvi-

*) Rummet imellem begge Puncter bliver i de tre almindelige Thermometre deelt paa forskjellige Maader. Réaumur's Thermometer deler det i 80; det i Frankrig og Tydskland steds mere brugte Hundredebeels i 100 Grader; begge sætte Ispunctet paa 0, Kogepunctet i hiint paa 80, dette paa 100 Grader. Fahrenheit's Thermometer, almindeligt i England, tæller 180 Grader fra Ispunctet under 32° indtil Kogepunctet under 212°. Under det naturlige Ispunct tæller det indtil Kul til det kunstige, som bestemmes ved en Reduktion i en Blanding af Sne og Salt. Ved den første Opfindelse af Thermometret blev dette kunstige Punct antaget efter den falske Forudsætning, at Temperaturen af hiin Blanding er den laveste, som er mulig.

dede ved Varme. Ligesom en Forhøielse af Varmegraden frembringer en Udvidelse af Legemer, saaledes foraarfager en Forandring i Temperaturen en, dermed i Forbindelse staaende, Formindskelse, og steds har et Legeme, ved lige Temperaturen, lige Omfang. En slap, noie tillukket, Blære, som kun indeholder en ringe Quantitet Luft, vil udvide sig ved at opvarmes, men vil igjen blive slap, naar den udsættes for Kulde. En tilstoppet Glaske med gjærede Vædsker vil springe i Nærheden af Ilden ved Virkningen af den deri værende Luft, naar den opvarmes og derved udvides.

Man stille Røret AB (Fig. 5), som er aabent i begge Ender, med den ene Ende i Karret CD, som indeholder en farvet Vædske, hvis Overflade staaer i Berørelse med den atmosfæriske Luft, og forbinder den i Karret staaende Ende af Røret lufttæt dermed. Ophever man nu Karret, saa vil den deri værende varme Luft begynde at udvide sig over Vædskan og trykke saaledes paa dens Overflade, at den stiger op i Røret AB. Ved Broer eller Bygningsarbejder af Jern anbringes ialmindelighed mechaniske Indretninger, for at forebygge Bræk eller Spænding, naar Metallet, ved Temperaturens Afverling i forskjellige Nærstider, selv i forskjellige Timer om Dagen, enten udvider eller sammentrækker sig. Saaledes bliver der i den hele levende og livløse, organiske og uorganiske Natur uophørlig aandet Varme, i det den optages og igjen afgives under de forskjellige Forandringer efter Temperaturens Afverlinger.

10.

Men Forandringen af Omfang er ikke den eneste og ikke den meest paafaldende Virkning, som følger af en forøget eller formindsket Varmemængde i et Legeme. I nogle Tilfælde bliver Formen og de mechaniske Egenskaber derved aldeles forandrede. Dersom et fast Legeme meddeles den fornødne Varme, saa forvandles det, efter en vis Tid, til en Vædske, og naar denne Vædske tilstrækkelig ophebes, saa forbliver den ikke i dens draabeflydende Tilstand, men forvandles til Damp. Ved Varmens Berøvelse fremkommer en Række af Forandringer i modsat Orden. Bliver Dampen berøvet en tilstrækkelig Varmemængde, saa vender den tilbage i dens flydende Tilstand; og tages Varmen fra Vædskan, saa træder den igjen tilbage i dens oprindelige faste Tilstand. Et Legemes Overgang fra den faste til den flydende

Tilstand, ved Paavirkning af Varme, kaldes at blive flydende eller at smeltes; Overgangen fra den flydende til den faste Tilstand Frysning eller at blive fast; Overgangen fra den draabeflydende Tilstand til den dunstformige, Fordampning eller Fordunstning; Overgangen fra Damp til den flydende Tilstand, Fortætning eller Condensation.

11.

Vi vilde nu noiere betragte de Omstændigheder, som ledsage hine mærkelige og vigtige Forandringer, der foregaae med Legemers Tilstand.

Antag vi at et Thermometer bliver bragt i Berørelse med et fast Legeme, f. E. en Masse Svovl, ved en Thermometerstand af 12° R. eller 60° F. og dette, i et Kar værende, Svovl udsættes for Jldens Paavirkning, da vil Thermometret efterhaanden og vedvarende stige, indtil det har naaet en Høide af 83° R. Men her vil Thermometret, uagtet Jldens vedvarende Virkning paa Svovlet, blive staaende; et Beviis for at Svovlet, uagtet den fra Jlden udstrommede Hede, har ophort at blive varmere. I det Dieblis Thermometret har naaet hiint faste Standpunct, bemærker man at Svovlet har begyndt at smeltes, og dette vedbliver under en bestandig Thermometerstand, indtil den hele Masse er bleven flydende. Efter fuldendt Smeltning vil man see at Thermometret igjen begynder at stige og vedvarende, indtil det staaer ved 239° R. Men her erholder det igjen et fast Standpunct og, uagtet den vedvarende Varmestilstrømning, bliver det flydende Svovl dog ikke varmere. Svovlet koger nu og naar det længe nok udsættes for Jldens Paavirkning, saa formindskes det efterhaanden, indtil det endelig forsvinder af Karret, hvori det har været. Det er nemlig fordampet.

Uf disse Tilfynelabelser fremgaaer, at al den Varme, som meddeles under Smeltning og Fordampning, for at bevirke disse Forandringer i Legemers Tilstand, fortæres, og at Varmegraden i de Legemer, som undergaae en saadan Forandring, ikke formeres. Disse Virkninger ere almindelige, og alle faste Legemer ville ved tilstrækkelig Anvendelse af Varme gaae over til flydende, samt alle flydende ved samme Midler i en dampformig Tilstand. I alle Tilfælde vil Thermometret under disse Forandringer beholde sit Standpunct, og Legemers Temperatur bliver folgelig paa hine Tidspuncter uforandret.

12.

Faste Legemer ere forskjelligt ihenseende til den Varmegrad, hvorved de blive flydende. Man kalder en saadan Varmegrad Smeltepunktet. (Saaledes er Blyets Smeltepunkt 612° F., Guldet's 5237° F. *) Den Varme, som meddeles et Legeme medens det smelter eller fordamper, og ikke virker paa Thermometret eller forhoier Varmegraden i det smeltende eller fordampende Legeme, kalder man bunden eller latent. Det lader sig godtgjøre, at det smeltende eller fordampende Legeme indeholder denne Varme og at den endogsaa kan bezøves det. Naar den forlader et Legeme, saa vil dets Varmegrad ikke formindskes og folgelig vil Thermometret ligesaaalidet vise Tabet, som Optagelsen af denne Varme. Udtrækket bunden Varme skal kun angive den Kjendsgjerning, at Thermometret ikke er folsomt for, at disse Varmedeles, som ikke virke udad, ere nærværende eller ikke.

13.

Ved at forklare Dampmaskinens Indretning og Virksomhed er det vel undertiden nødvendigt at gaae tilbage til Varmens Virkninger paa Legemer i det Hele taget; men det Legeme, som fornemmelig maa undersøges, forsaavidt der maa tages Hensyn til Varmens Virkninger paa det, er Vandet. Dette Legemes Tilstand forandres paa tre forskjellige Maader, i den faste, flydende og dampformige, enhver efter den forskjellige Varmegrad, for hvilken det er udsat. Alle ihenseende til Metallet, og Evovlet isærdeleshed, forklarede Omstændigheder ere, med de nødvendige Forandringer, ogsaa anvendelige paa Vandet; men for at kunne fuldkommen forstaae Dampmaskinens Egenskaber, er det nødvendigt nøiere at betragte hine Tilfyneladelser, forsaavidt de ere afhængige af de Forandringer, som frembringes ved Varmens Virkning paa Vandet.

Lægger man et Stykke Is i en Blanding af Sne og Salt, saa vil det, efter nogen Tids Forløb, erholde samme Temperatur, som denne Blanding har, og et Thermometer, som bringes i Berørelse dermed, vil synke til det kunstige Fispunkt efter Fahrenheit's Scala og til 14° efter Réaumur. Tager man Isen af Blandingen og lader Thermometret kom-

*) Varmegrader over 650° F. R. kunne ikke maales ved Kviksølv Thermometret, men kun tilnærmelsesviis bestemmes ved et Pyrometer.

me i Berørelse med Atmosphæren ved dens sædvanlige Temperatur 60° F. eller 12° R., da vil Thermometret gradviis og vedvarende stige, indtil det har naaet det naturlige Fispunct, 22° eller 0 Réaumur. Isen vil da smelte, men Thermometret beholder sit Standpunct indtil Smeltningen er fuldbendt. Lader man Thermometret være i samme Kar, som det smeltede Is, saa vil det, efter fuldbendt Smeltning, igjen begynde at stige og vedvarende, indtil det har naaet Atmosphærens Temperatur. Hidtil har Vandet eller Isen erholdt en Varmetilstrømning fra den omgivende Luft, men nu er det tilveiebragt en Eigevægt i Temperaturen; der kan ikke mere optages nogen Tilstrømning af Varme, og ville vi undersøge de videre Virkninger af forøget Varme, saa maae vi udsætte Bædsket for Isden eller en anden Varmekilde. Thermometret bliver, medens Isden smelter, paa sit Standpunct hundrede og fyrrethve Gange saa længe som Vandets Varme, under dets flydende Tilstand, stiger en Grad efter Fahrenheit's Scala, og for at forvandle fast Is til Bædsk, maa det derfor meddeles hundrede og fyrrethve Gange saa megen Varme af den omgivende Luft, som var nødvendig til at bringe det flydende Vand til een Varmegrad, eller der udfordres, for at smelte en bestemt Vægt af Is, saamegen Varme, som vilde bringe den samme Vægt Vand til en Temperatur af 140° F. eller fra 32° til 172° . Den ved Smeltningen erholdte bundne Varme er derfor 140° .

14.

Bringe vi en Wiinaands Lampe under Vand, som har samme Temperatur som Atmosphæren, for at betragte Virkningerne af en videre Varmetilstrømning, saa vil Thermometret, ved en Barometerhoide af 28 Tommer, stige indtil det staaer ved 80° Réaumur. Naar det har naaet dette Punct, stiger det ikke mere; Vandet bliver altsaa ikke varmere, og til samme Tid danner der sig Blærer paa Bunden af det Kar, hvori Vandet indeholdes. De stige op i Vandet og forsvinde i Luften ved dets Overflade. Medens dette skeer beholder Thermometret vedvarende sit Standpunct paa Røgepunctet; men iagttager man den derved forløbne Tid, saa vil man finde, at Vandet vil aldeles fordampe, naar den samme Varmekilde virker paa det $5\frac{1}{2}$ Gang saa længe som var nødvendig, for at bringe det fra Fispunctet til Røgepunctet; og naar altsaa Lampen maatte virke een Time, for at bringe Vandets

Varmegrad til at stige saa høit, saa maa det virke i $5\frac{1}{2}$ Time paa det kogende Vand, for fuldkommen at fordampe det. Vilde man nu omhyggelig samle den udviklede Damp i en Beholder, som vedvarende havde en Temperatur af 80° R., saa vilde Dampen beholde denne og ingen høiere Temperatur, men fylde et, næsten syttenhundrede Gange, større Rum, end Vandet optog i dets flydende Tilstand. Den vilde tillige besidde en spændig Kraft, liig det atmosfæriske Tryk, under hvilket Kogningen skeete; det vil sige, den vilde trykke paa Siderne af Karret, hvori den var indsluttet, med en Vægt, liig Vægten af en 28 Tommer høj Nivkulsøsoile, eller omtrent 14 Pund paa hver Kvadrattomme.

15.

Beregne vi den Varmemængde som udfordres for at bringe Vandet fra Fispunctet til Kogepunctet efter Fahrenheit's Scala, saa udgjør den 180° , som er Afstanden imellem begge sine Puncter; og da den Varme, som udfordres til det samme Vands Forvandling til Damp, udgjør $5\frac{1}{2}$ Gang saameget som hiin, saa følger deraf, at den Varmegrad, som er fornøden, for at forvandle en bestemt Vægt af Vand til Damp, lader sig udfinde, naar man multiplicerer 180 med $5\frac{1}{2}$. Productet er 990° ; og for altsaa at forvandle en vis Varmemængde ved Kogning til Damp af lige Temperatur ved en Barometerhøide af 28 Tommer, udfordres ligesaamegen Varme, som er nødvendig, for at bringe det samme Vand til en høiere Temperatur af 990° . Denne Varme, som Thermometret ikke kan angive, er den bundne, og man kan altsaa sige, at den bundne Varme, som udfordres til at forvandle Vand til Damp, udgjør ved det angivne atmosfæriske Tryk, 1000° i et rundt Tal.

16.

Alle de angivne Virkninger af Varmen lade sig tilstrækkelig forklare, naar man antager, at Varmeprincipet af de Atomer, af hvilke Legemerne bestaae, meddeler en Kraft, som giver dem en Stræben efter at støde det ene fra det andet. Men i Forbindelse hermed maa ogsaa lægges Mærke til en anden, ligeledes i Naturen forekommende Kraft, nemlig den, som meddeler Legemerne en Tilbøielighed til at forenes og at danne sig til faste Masser, Cohæsiionskraften. Begge disse Kræfter, den naturlige Sammenhængning af Legemsdele og

den ved Varme frembragte Frastøbelseskraft, ere hinanden lige modsatte, og Legemernes Tilstand afgjøres ved Overvægt af det ene eller det andet, eller ved deres gjensidige Ligevægt. Er den naturlige Sammenhængning af et Legemes Bestanddele stærkere, end den ved Varme udviklede frastødende Kraft, saa vil Cohæsiionskraften være virksom, Bestanddelene ville nøie forenes og sammenholdes som faste, uforanderlige Masser, saa at de ikke, ved Virkningen af deres Vægt, kunne falde fra hinanden. I saadanne Tilfælde udfordres en mere eller mindre betydelig Kraft, for at brække eller adskille dets Dele. Dette er det, som man kalder den faste Tilstand. Er derimod den ved Anvendelse af Varme udviklede frastødende Kraft liig eller næsten liig den naturlige Sammenhængning af Legemets Dele, saa vil Cohæsiionskraftens Overvægt være utilstrækkelig til at modstaae Delenes Stræben efter at falde fra hinanden ved deres Vægt. I et saadant Tilfælde kunne et Legemes Bestanddele ikke hænge sammen som en fast Masse, men ville, formedelst deres Tyngde, adskilles fra hinanden og antage Figuren af det Kar, hvori det indeholdes. Legemet vil overgaae i en flydende Tilstand. I denne Tilstand er alligevel Cohæsiionskraften ingenlunde aldeles uirksom; den kan og vil i nogle Tilfælde vise sig i en mærkelig Grad; omendstjondt den ikke er stærk nok til at modstaae den særdeles Tyngdekraft, som de enkelte Dele have. Den Tilboielighed, som de enkelte Dele af flydende Legemer have til at forene sig i smaa Kugler, viser tydelig Cohæsiionskraftens Overvægt. Vanddraaberne, som samles paa en Bindueskrude, de i Atmosfæren fortættede Regndraaber, Taarerne, som løbe over Rinderne, Dvissolv-Kuglerne, som løbe hen over en glat Overflade og som ikke let lade sig adsprede i mindre Dele, alle disse ere tydelige Beviser paa en overmægtig Cohæsiionskraft i flydende Legemer.

Ved behørig Anvendelse af Varme kan selv denne ringe Grad af Cohæsiionskraft besværes og den modsatte Frastøbelseskraft erholde en Overvægt. Men her kommer en anden physisk Virkning til Hjælp og forbinder sig med Cohæsiionen, for at modstaae Legemets Overgang fra den flydende til den dampformige Tilstand, og denne Kraft er ingen anden, end det allerede omhandlede Tryk af Atmosfæren. Dette Tryk har en bekjendt Tilboielighed til at sammenholde Vædsfernes Bestanddele og at modstaae deres Adskillelse. Den frastødende Kraft af den optagne Varme maa derfor ikke alene neutralisere Cohæsiionskraften, men ogsaa meddele de flydende Legemers Be-

stændighed: en tilstrækkelig Spændighed eller kraftdøende Virksomhed, for at de kunne opløses, og, uagtet Atmosfærens Modstand, gaae over i Dampform.

Naar nu Atmosfærens Modstand, enten af naturlige eller kunstige Aarsager, undergaae en Forandring, saa vil ogsaa Kraftdøelseskraften, som meddeles ved Varmen, forholdsmaessig forandre sig. Formindskes Atmosfærens Tryk, saa udfordres der mindre Varme til at fordampe Vædsken; bliver derimod Trykket forøget, saa vil der udfordres en større Varmemængde, for at give Legemet den nødvendige Spændighed.

17.

Af de fremsførte Grunde følger, at enhver naturlig eller kunstig Aarsag, som formindsker Atmosfærens Tryk paa Overfladen af en Vædske, har den Virkning, at denne Vædske kommer til at koge ved en lavere Temperatur, hvorimod enhver Forøgelse af Atmosfærens Tryk paa Vædsken gjør det nødvendigt at meddele den en høiere Varmegrad, førend den kan komme til at koge.

Erfaringen bekræfter dette. Ved en Barometerstand af 28 Tommer, eller et atmosfæriskt Tryk af 14 Pund paa Kvadrattommen, koger Vandet ved 80° R. Men naar Vand ved en lavere Temperatur, f. E. 65° bliver stillet under en Klokke eller Luftpumpe, og dermed frembragt et lufttømt Rum, eller Atmosfærens Tryk betydelig formindskes, saa koger Vandet, uagtet det beholder en Temperatur af 65° .

Stiller man derimod et Thermometer i Laaget paa en tilslukket Digestor, som indeholder Vand med almindelig atmosfæriskt Luft over dets Overflade, saa beholder Luften, naar Karret ophebes, en forøget Spændighed og trykker, ved at blive trængt tilbage af Laaget, med forøget Kraft paa Vandets Overflade. Thermometret viser da, saalænge Karret er udsat for Varmen, en betydelig Stigen over Kogepunctet, og det vil fremdeles stige, saalænge Karret er stærkt nok til at modstaae det indre Tryk.

Er Barometerstanden under 28 Tommer, saa koger Vandet ialmindelighed ved en lavere Temperatur, fordi Atmosfærens Tryk er mindre; er den høiere, saa vil det først ved en større Varmegrad bringes til at koge. Efterst som de enkelte Dele i flydende Legemer have en større eller mindre Cohæsiionskraft, koge disse ved en høiere eller lavere Varmegrad. Ialmindelighed koge de lettere Vædsker, saasom Ether og

Alkohol, under lavere Varmegrader. Disse Vædske ville, som det viser sig ved at bringe dem under en lufttom Klokke, alene koge ved at befries fra Atmosfærens Tryk. Vi ville deraf drage den Slutning, at disse og lignende Stoffer, uden Atmosfærens Tryk, aldrig ville være til i flydende Tilstand.

18.

Spændigheden af den Damp, der opstiger i en kogende Vædske, er lig Trykket, under hvilket den er frembragt. Saaledes har Dampen, der stiger op af Vand ved Kogepunctet, og selvfølgelig under et Tryk af 14 Pund paa Quadrattommen, en spændig Kraft, som ligeledes vilde udøve et Tryk af 14 Pund paa alle Siderne af det Kar, hvori den var indsluttet. Da nu et forøget Tryk af Atmosfæren fordrer en højere Temperatur til Kogning, saa følger deraf, at naar der behøves Damp af et større Tryk, end Atmosfærens, saa maa Vandet bringes til at koge ved en højere Temperatur.

19.

Vi have allerede bevist, at der gives et vist Punct, ved hvilket en Vædskes Varmegrad ikke mere stiger, og at al den Varme, som meddeles den over dette Punct, anvendes til at forvandle Vædsken til Damp. Man har udfundet, at naar Vand koger ved en Barometerstand af 28 Tom. saa giver en Cubictomme Vand en Cubiefod*) Damp, hvis spændige Kraft er lig Atmosfærens Tryk, og som har en Temperatur af 80° R. Da nu en Cubiefod indeholder 1728 Cubictommer, saa følger deraf, at naar Vand, under hiin Temperatur, gaaer over fra den flydende til den dampformige Tilstand, udvides det 1728 Gange i Rumfang.

20.

Vi have seet, at der næsten udfordres 1000° Varme, for at forvandle en Mængde kogende Vand til Damp af lige Temperatur, og som trykker med 14 Pd. paa Quadrattommen. Deraf lader sig uddrage, at, naar den Varme, der udfordres

*) En almindelig Tærning har den Form, som man kalder en Cubus et Legeme som har sex hinanden lige Quadrater. Et enhver Side en Tomme lang, saa erholde vi en Cubictomme; er den en Fod lang en Cubiefod. Fig. 6 giver en perspectivisk Fremstilling af denne Figur.

til at forvandle en Bæbste til Damp, berøves den, maa der opstaae en Række af Forandringer, som ere aldeles modsatte de allerede beskrevne. Dette er ogsaa virkelig Tilfældet. Antage vi at et Kar, der indeholder 1728 Cubictommer, fyldes med Damp til 80° R., som virker med en Vægt af 14 Pund paa Quadrattommen, og at der bringes $5\frac{1}{2}$ Cubictomme Vand paa Frysepunctet i hiint Kar, da vil Dampen siebliffelig meddele Vandet den til Fordampningen anvendte Varme og derved selv gaae over i en flydende Tilstand. Den vender tillige tilbage til dens oprindelige Rumfang af een Cubictomme, og den Varme, som den afgiver, vil være tilstrækkelig til at bringe de indgydede $5\frac{1}{2}$ Cubictomme Vand til en Temperatur af 80° . Karret vil saaledes indeholde $6\frac{1}{2}$ Cubictomme Vand af 80° R. En af disse Cubictommer er den igjen til Vand forvandlede Damp, som forhen fyldte Karret, og de øvrige $5\frac{1}{2}$ Tommer ere det indgydede Vand, som den fra Dampen afgivne Varme har bragt til en Temperatur af 80° . Man vil have bemærket, at der, ved denne Overgang ikke er gaaet nogen Varme tabt, da den Cubictomme Vand, hvortil Dampen har forvandlet sig, viser den samme Varmegrad, som Dampen havde førend det kolde Vand blev gydet i Karret. Dette stemmer fuldkommen overeens med de Resultater, til hvilke Uundersøgelsen af den Løb, som er nødvendig for at forvandle en vis Vandmængde til Damp ved at anvende Varme, har ledet os. Vi see, at ved Forvandlingen af en vis Dampmængde til Vand er bleven afgivet saamegen Varme, som udfordres til at bringe $5\frac{1}{2}$ Cubictomme Vand til en Temperatur af 80° .

21.

Der bliver herved frembragt en Virkning, paa hvilken vi bør henvende vor Opmærksomhed. Dampen, som fyldte et Rum af 1728 Cubictommer, er ved Forvandlingen til Vand, vendt tilbage til en Cubictommes Indhold, og 1727 Cubictommer af Karret blive derfor tomme. Denne Egenskab gjør Dampen tjenlig til at frembringe et lufttomt Rum.

Ved at lade Damp strømme igjennem et Kar kan man bortdrive Luften deraf, og Dampen træder da istedetfor denne. Bliver Karret derefter tillukket og afkølet, saa forvandles Dampen til Vand, og idet den falder i Draaber paa Bunden og paa Siderne af Karret, bliver Rummet, som den forhen havde fyldt, lufttomt. Dette lader sig let vises ved et Forsøg. Fyldes et langt Glasrør, som har en rund Kugle i den ene

Ende og er aabent i den anden*), med Wiinaand, og Kuglen holdes over en Lampe, indtil Wiinaanden koger, da vil Dampen, efter nogen Tids Forløb, komme frem af den aabne Ende af det opret holdte Rør. Er dette skeet, saa vender man Røret om og dykker den aabne Ende i et Kar med koldt Vand. Da nu paa denne Maade Varmen frigjøres, saa vil den kolde Luft igjen forvandle Dampen i Røret til Vædske. Derved opstaaer et lufttomt Rum, i hvilket Vandet, ved Atmosfærens Tryk paa dets Overflade, drives op, og dette strømmer derfor med betydelig Kraft ind i Glasfluglen. Ved disse Forsøg er det bedre at bruge Wiinaand, end Vand, fordi den koger ved en lavere Temperatur, og Glasflet derfor er mindre udsat for at springe.

*) En almindelig Glasflaske med lang Hals kan tjene dertil.

Andet Afsnit.

De første Skridt i Dampmaskinens Opfindelse.

22.

I Historien om de nyttige Kunstens og Fabrikkers Fremstride er det neppe blevet kjæmpet saameget om Vren for nogen Opfindelse, som for Dampmaskinen. Flere Nationer og forskjellige Personer have gjort Fordring derpaa. Deres Tilhængere, som have gjort sig Umage for denne Vren, have forsøgt deres Fordringer med en Iver, som undertiden har overstredet Beskedenhedens Grændser, og Striden er ikke sjelden bleven ledet af nationale og personlige Fordomme og ført med en Bitterhed, som var en saa ædel Sag ganske uværdig, og aldeles under Videnskaberne's Værdighed.

Dampmaskinens Virksomhed, betragtet som en mekanisk Kraft, er, for det første, betinget af de forskjellige fysiske Egenskaber, paa hvilke dens Virkning beroer, og for det andet, af de mange mekaniske Indretninger, hvorved hine Egenskaber gøres practisk nyttige. Dersom Fortjenesten af Opfindelsen bør tilskrives dem, som have opdaget og anvendt saadanne Egenskaber, saa vil Striden let lade sig afgjøre, fordi det er aabenbart, at Prisen ikke tilkommer een alene, men bør deles imellem flere efter forskjellige Forhold. Men naar den har den meest grundede Fordring paa Vren for Opfindelsen, som ved sit mekaniske Genies Kraft gav Maskinen hiin Form og hine Egenskaber, som man skylder dens nærværende udbredte Nytte, og ved hvilke den er bleven hiin mægtig virkende Kraft, som udbreder sine velgjørende Virkninger over alle Dele af den civiliserede Verden, da vil Menneskeslægten eenstemmig tilkjende den Mand Prisen, som ved sit store Genie udmærker sig fremfor alle sine Medbeilere, og ved Anstrængelse af sine aandige Kræfter først har givet denne Maskine de store Virkninger, som have gjort den til en vigtig Gjenstand for Enhver, som interesserer sig for Fremstridningen af den menneskelige Dannelse. Førend det Tidspunkt, fra hvilket Skotlænderen Jacob Watt's Opfindelser ere blevne mærkelige, var Dampmaskinen, som siden er bleven en Gjenstand for saa almindelig Interesse, en Maskine af meget ringe Kraft og langt ringere Betyden-

hed, end de fleste andre mechaniske Opfindelser, der bleve benyttede som mechaniske Kræfter. Det er neppe nødvendigt at vise, at den siden hiin Tid ikke alene er bleven en Gjenstand for britisk Interesse, men ogsaa har befordret Menneskelægens Fremfærd. Da dog Spørgsmaalet om den fremskridende Udvikling af hine naturvidenskabelige Principer, paa hvilke Dampmaskinen beroer, og om dens mechaniske Anvendelse i den næste Tid er bleven af Bigtighed, saavel ved den almindelige Opmærksomhed som man stænkter den, som ved den Ansæelse, hvori de Skribenter ere, der have beskæftiget sig hermed, saa holde vi det for passende, i sammentrængt Korthed, men upartisk, at omhandle de Skridt, som efterhaanden have ledet til denne Opfindelse.

Maskinen, saaledes som vi nu benytte den, er, strengt taget, ikke en Opfindelse af et Menneske alene, men Resultatet af en Række af Opdagelser og Opfindelser, som i de sidste to Aarhundreder have sammendynget sig. Vilde vi gaae tilbage i Maskinens Historie og forsøge at angive den første Opfinder, saa stode vi paa de samme Vanskeligheder, som møde os, naar vi ville opsoge Kilden til en stor Flod. Følge vi dens Løb, saa sætte de mange Bække, som tilflyde den, os i Forlegenhed, og vi finde det umuligt at bestemme hvilken af hine Arme der kan ansees for Hovedstrømmen; den ender sig i talrige Vandkanter, af hvilke ethvert er saa ubetydeligt, at det ikke synes værdigt til at blive anset for Kilden til den majestætiske Gjenstand, som har vækket vor Begierlighed efter at forfølge.

Allerede i de ældre Tider ansaae man Varmens Virkninger paa Vædske og isærdeleshed Udvikling af Damp, som en sandsynlig Kilde til mechanisk Kraft. Men ikke førend i Begyndelsen af det attende Aarhundrede blev der gjort nogen Opfindelse, som er bleven practisk anvendt. Alle tidligere Forsøg vare enten Planer, som blot bleve gjort paa Papiret, eller Forsøg, som indskrænkede sig til Modeller, eller naar de end ogsaa gik noget videre, dog aldrig overlevede en eneste Anvendelse i det Støre. Men mange af disse Udcast og Forsøg som ere blevne optegnede og tilgængelige for videre Forskning, gave uden Tvivl nyttige Vink og practisk Hjælp for hine heldige Opfindere, som det lykkedes at bringe Maskinen til en saadan Skikkelse, at den i det Støre blev practisk anvendelig for mechaniske Arbeider. Hine Bestræbelser fortjene derfor her at nævnes, omendstjændt de mislykkedes, for at Enhver

kan erholde den ham tilkommende Andeel i Væren for denne glimrende Opfindelse.

23.

Hero fra Alexandria, som levede 120 Aar førend Kristus, giver i et af hans talrige Værker, som ere komne til os, kaldet *Spiritualia* seu *Pneumatica*, en Beskrivelse af en Maskine, bevæget ved Vanddamp. En hult Kugle, af hvilken AB (Fig. 7) indeholder et Gjennemsnit, bliver styret ved A og B paa 2 Tappe, Enden af Rørene AC og BE, hvilke ere forbundne med en Kjedel, hvori Dampen udvikles. Denne strømmer igjennem en lille Åbning i Enderne A og B og fylder den hule Kugle. En eller flere lige Arme KG og IH træde frem fra Kuglen og blive ligeledes fyldte med Damp, men ere lukkede i Enderne. I den ene Ende af Røret G er anbragt en lille Åbning, igjennem hvilken den i Kuglen og Røret indsluttede Damp vil strømme ud med en, i Forhold til det indvendige Tryk, svarende Kraft. Efter Lovene for Mechanikken frembringes derved en Modvirkning og Røret drives tilbage ligesom en Kanon, naar den afskydes. Da nu Armen KG drives i en Retning, som er modsat den i hvilken Dampen strømmer ud, saa vil Kuglen omdreies saalænge som Dampen strømmer ud af Åbningen ved G. Den tilbagedrivende Kraft vilde blive forøget, naar man anbragte lignende Åbninger i to eller flere Arme og saaledes at Dampen strømmede i een Retning. Den herved frembragte Bevægelse kunde da, ved almindelige mechaniske Indretninger, meddeles et eller andet Maskinerie, paa hvilket dens Kraft kunde virke. Denne Maade at benytte Dampen paa er ikke anvendt paa nogen af de nuværende Dampmaskiner.

24.

Opsigtsforeren ved det spanske Statsarchiv i Simancas, Thomas Gonzalez, gav 1826 i Zachs maanedlige Correspondents Efterretning om et Forsøg, som i Aaret 1543 blev anstillet i Havnen ved Barcelona efter Befaling af Carl den 5te. Søcapitainen Blasco de Garay havde opfundet en Maskine, ved hvilken han foreslog at bevæge Skibe, uden Anker eller Seil. Garay skulde Indretningen af den af ham brugte Maskine, og man saae kun ved Forsøget, at den bestod af en stor Vandkjedel, og at der paa begge Sider af Skibet blev

omdrejet Hjul. Forsøget blev gjort med et Skib paa 200 Tons i Overværelse af flere Embedsmænd, som, efter Keiserens Befaling, vare tilstede derved som Vidner. Efter et af disse Vidners Beretning var Maskinen istand til at bevæge et Skib med en Hastighed af to franske Mile i tre Timer, men forøvrigt var den meget compliceret og kostbar, samt udsat for den Fare at springe. De andre Vidner gavede en mere fordelagtig Beretning. Man gjorde sig gode Forhaabninger om Følgerne af Forsøget og Opfinderen blev belønnet.

Den Omstændighed at Garan skjulte Bestaffenheden af den fremdrivende Kraft, gjør det umuligt at berette noget om Maskinens Indretning, om dertil er anvendt Damp, eller, dersom dette har været Tilfældet, om Maskinen ikke har været en gjentaget Udførelse af Hero's Opfindelse, hvilket er meget sandsynligt. Det er ellers ikke meget gunstigt for de Fordringer, hvormed Spanierens Sagfører er fremkommet, at man, uagtet Opfinderen blev belønnet, dog, som det synes, ikke har gjentaget Forsøget, og endnu mindre præctist beeyttet Opfindelsen.

25.

Et i Frankfurt i Aaret 1615 af Frankmanden Salomon de Caus udgivet Værk, under Titel: „*Les raisons des forces mouvantes, avec diverses Machines tant utiles que plaisantes*” indeholder den Læresætning: „Vand vil, ved Paavirkning af Ild, stige høiere, end dets Overflade.” Til Forklaring og til Beviis for denne Sætning tilføier han: „Efter denne Grundsætning lader der sig bygge forskellige Maskiner, og jeg vil beskrive en af disse. Ved en, overalt vel tilloddet, Kobberkugle A (Fig. 8) anbringer man et Rør, med en Hane D, igjennem hvilken der kan indbringes Vand, og ligeledes et andet Rør BC, som indloddess i den øverste Deel af Kuglen, og hvis nederste Ende C næsten naaer ned til Bunden, uden dog at berøre den. Derpaa fylder man Kuglen igjennem Røret D med Vand, lukker Hanen D, aabner Hanen i det lodrette Rør BC, stiller Kuglen over Ilden, og medens Varmen virker paa den, vil Vandet stige i Røret BC.”

Paa denne af de Caus meddeelte Beskrivelse har man grundet en Fordring paa Dampmaskinens Opfindelse. Det vil være bemærket, at der hverken i Læresætningen eller Beskrivelsen bruges Ordet Damp. Alle Kjendere af Physik var

det, længe førend Bekjendtgjørelsen af hiin Beskrivelse, bekjendt, at atmosfærisk Luft erholder en forøget spændig Kraft ved at ophebes. Saaledes som Forsøget er beskrevet, bliver den øverste Deel af Kuglen fyldt med atmosfærisk Luft, og Jiben, der virker paa Lusten, saavel igjennem Kuglens ydre Overflade som igjennem Vandet, vil selvfølgelig forhøie Temperaturen af den Luft, der er i Kuglen, samt derved forøge dens Spændighed og bringe Vandet i Røret BC til at stige efter en physisk Lov, som er aldeles uafhængig af Dampens Egenskaber. Den frembragte Virkning er derfor saaledes, som Enhver, der er bekjendt med Lustens sædvanlige Egenskaber, skjøndt ubekjendt med Dampens Egenskaber, kunde vente; forøvrigt hæves Vandet i dette Tilfælde ligesaameget ved Lustens, som ved Dampens Tryk.

Men denne Indvending svækkes ved en anden Færesættning, som indeholdes i det samme Værk. Forfatteren taler nemlig deri om Styrken af den ved Jibens Virkning frembragte Damp, som bringer Vandet til at stige og, efterat det er uddrevet, at strømme med stor Kraft ud af Hænen. Vil man indromme, at De Gæus kjendte Vanddampens spændige Kraft og at Vandets Stigen i Røret CB var en Følge af Dampens Tryk paa Overfladen i Kuglen, saa maa man tilstaae, at han har angivet et af de Midler, hvorved Dampen benyttes som en mechanisk Kraft. I de nu brugelige Dampmaskiner lader man ikke Dampen trykke imod Overfladen af en Vædske, men imod den faste Overflade af et Stempel.

26.

I et i Rom i Aaret 1629 udgivet Værk, „Le Machinodel G. Branca,” findes en Beskrivelse af en Maskine til at bevæge et Hjul ved en Dampstrøm. Denne Opfindelse bestaaer i et Hjul med flade Ringer paa Randen, saaledes som Skovlerne i et Mollethjul. Dampen udvikles i et lukket Kar og trænger med Hæftighed ud af den ene Ende af et Rør. Naar den rettes imod Ringerne bringer den Hjulet i Bevægelse, og denne Bevægelse kunde ved en af de almindelige mechaniske Indretninger meddeles ethvert Maskinerie. Denne Opfindelse har ingen Lighed med nogen Deel af vore Dampmaskiner.

27.

Ikke blandt Alle, som man har tilskrevet Dampmaskinens Opfindelse, er Marquien af Worcester, Forfatteren af

det i Aaret 1663 udkomne Bænk, „Udkast til et hundrede Opfindelser,“ den meest berømte. De fleste Skribenter tilskrive ham Dampmaskinens Opfindelse. Vi ville høre ham selv tale om hans Opfindelse. „Jeg har opfundet et besynderligt og høist kraftigt Middel til at drive Vand op ved Jld og, vel at mærke, ikke ved at drage eller suges det op. Men dette Middel er ubegrændset i sin Virkning, naar Karret blot er stærkt nok; thi jeg har taget en Kanon, af hvilken den nederste Ende var affprængt, og fyldt den med Vand; dernæst tilstoppet og tilskruet Mundingen og Fænghullet, og ladet en stadig Jld brænde under den. Efter 24 Timers Forløb sprang Kanonen med et stort Knald. Da jeg er i Besiddelse af et Middel til at indrette mine Kar saaledes, at de have den fornødne Styrke, samt til at fylde det ene efter det andet, saa har jeg seet Vand stige i en stadig Strøm fyrretøve Fod høit. Et Kar, hvori Vandet, ved Jld, forvandles til Damp, formaaer at drive det kolde Vand af fyrretøve andre Kar i Veiret, og den Mand, som betjener Værket, behøver blot at ombreie to Haner. Naar det ene Kar er tomt, saa fyldes det andet med koldt Vand og saaledes fremdeles. Jlden maa stadigen vedligeholdes, hvilket Opsigtsforeeren, som ombreier Hanerne, bekvemt kan gøre i Mellemtiden.

Disse Forsøg maae være anstillede forend Aaret 1663, da Værket udkom. Hensigten med Maskinens Beskrivelse er blot at angive de frembragte Virkninger og de physiske Grundfættninger, hvorpaa de beroe. Den er alligevel tydelig nok, til at vise Enhver, der er bekjendt med Savery's senere Opfindelse, at Lord Worcester maa have opfundet en Maskine, som indeholder den Deel af Savery's, i hvilken Dampens umiddelbare Kraft anvendes. Beskrivelsen angiver tydelig en affondret Kjedel eller Dampkølle; at Dampen ledes fra denne i et andet Kar, som indeholder det kolde Vand, der skal hæves; at dette bliver hævet ved Dampens Tryk paa dets Overflade; at naar et Kar er udtømt, virker Dampen paa et andet Kar med Vand, medens det første fyldes; og at der saaledes hæves en stadig Vandstraale, i det man lader Dampen afværlende virke paa to Kar, og benytter Mellemtiden til at fylde det ene, medens det andet udtømmes.

Sammenligner man denne Angivelse med Fransmanden de Caus's Opfindelse, saa vil man see, at om endog han havde kjendt den physiske Kraft, ved hvilken Vandet hæves i den af ham angivne Indretning, var denne dog kun et Middel til

at lade et Kar med kogende Vand udtømme sig selv, og for-
end en Gjentagelse af hiin Virkning kunde foregaae, skulde
Karret igien fyldes og Vandet bringes til at koge. I Lord
Worcester's Opfindelse derimod blev Dampen anvendt ligesom
i vore Dampmaskiner, idet den blev avlet i et Kar, og anvendt
i et andet til mechanisk Brug. Denne Forskjel er af Bija-
tighed, thi paa den alene beroer Muligheden af at benytte
Dampen som en mechanisk Kraft. Var Dampens Virkning
alene bleven indskrænket til Karret, hvori den avles, saa havde
den aldrig ladet sig anvende paa nogen nyttig Maade.

28.

Af et i det britiske Museum bevaret Manuscript sees
det, at Sir Samuel Morland har foreslaaet Kong Ludvig
XIV. et Middel til at hæve Vand ved Damp. Man finder
dog her ikke mere, end hvad der lader sig uddrage af den af
Lord Worcester meddeelte Beskrivelse, og Angivelsen er kun
mærkelig forsaaavidt den viser, at Morland kjendte den Ud-
videlse, som finder Sted ved Vandets Overgang til Damp.
Efter hiint Manuscript havde Morland gjort sin Opdagelse i
Aaret 1682 og forelagt den for Kongen af Frankrig det føl-
gende Aar. „Naar Vand — siger Efterretningen, — ved
Ildens Virkning, forvandles til Damp, indtager denne et,
næsten tusinde Gange, større Rum, end Vandet forhen ud-
fyldte, og vilde, naar den stedse blev indsluttet, sprænge en
Kanon. Men bliver den behørig reguleret efter Maal, Vægt
og Ligevægt, og saaledes underkastes Statikkens Love, da bær-
rer den sin Byrde rolig, ligesom gode Heste, og vil blive Men-
neskeslægten til megen Nytte, isærdeleshed til at hæve Vand.“

29.

Paa samme Tid var D. Papin fra Blois, Professor i
Mathematik i Magdeburg, beskæftiget med Opfindelsen af en
Maskine, ved hvilken Atmosfærens Tryk skulde benyttes som
bevægende Kraft, i det der under Stæmpet i en Cylinder blev
frembragt et lufttomt Rum. Hans første Forsøg gik ud paa
at frembringe dette lufttomme Rum ved mechaniske Midler og
han anvendte derfor et Vandhjul til at drive en Luftpumpe,
for saaledes at forskaffe sig det lufttomme Rum. Men dette
vilde dog kun have ført dertil, at Vandhjulets Kraft blev
forplantet til en anden Maskine, da det paa denne Maade
frembragte lufttomme Rum ikkun kunde giengive den af Vand-

hjulet udøvede, men ved Pumpens Gnidningsmodstand formindskede Kraft. Papin's oprindelige Idee, som blot bestod deri, at lede Kraften af et Vandfald eller en Strøm over paa et bortsjernet Punct, ved at udpumpe Luften af Rør, var dog derved bleven opnaaet. Senere forsøgte han at frembringe et lufttomt Rum ved at antænde Krudt, men dette Middel fandt han utilstrækkeligt, da der blev saamegen Luft under Stæmplet i Cylindren, at idetmindste Halvdelen af den Kraft, som kan frembringes ved et lufttomt Rum, tabtes. „Der lykkedes mig et andet Middel, siger han videre. Da Vand, ved Varme, forvandles til Damp, der er spændig som Luften, og derefter kan blive fortættet saa fuldkommen, at den taber sin Spændighed, saa har jeg ikke fundet det vanskeligt at indrette Maskiner, i hvilke Vand, ved maadelig Varme og med ringe Bekostninger, kunne frembringe hiint fuldkommen lufttomme Rum, som man forgjæves har forsøgt at tilveiebringe ved Krudt.“

Papin forfærdigede nu en Model til en Maskine, som bestod af en lille Pumpe, i hvilken blev bevæget et Stæmpel. Rummet imellem Bunden i Pumpen og Stæmplet var fyldt med Vand, og da dette saaledes stod i umiddelbar Forbindelse med Stæmplet, samt den atmosfæriske Luft derved var aldeles udelukket, blev det, ved en under Pumpen anbragt Ild, forvandlet til Damp, hvis spændige Kraft hævede Stæmplet til Randen af Cylindren. Ilden blev da borttagen, Pumpen afskjolet ved den omgivende Luft, Dampen fortættet og igjen forvandlet til Vand. Herved frembragtes et lufttomt Rum i Pumpen, hvori Stæmplet blev nedtrykket ved Atmosfærens Kraft. Ved gentaget at lade Ilden virke og Dampen afskjole, kan Stæmplet paa ny bringes til at stige og falde, og en afvekslende Bevægelse saaledes fortsættes. Papin har ikke bestrævet nogen anden Form af Maskinen, ved hvilken disse Egenskaber kunne gøres practisk nyttige; men han siger ialmindelighed, at den samme Hensigt kunde opnaaes ved forskjellige Constructioner af Maskinen, hvilke ville være let at udfinde.*)

30.

Opdagelsen af den Maade at frembringe et lufttomt Rum ved at fortætte Damp, blev 1688 paa ny gjort af

*) Recueil des diverses pièces touchant quelques nouvelles machines. Kassel 1695.

den engelske Captain Thomas Savery. Han erholdt i kiint Aar et Patent paa en Dampmaskine til at hæve Vand. Han vilde forbinde den af Marquien af Worcester angivne Maskine med en Indretning til at hæve Vand ved Sugning i et lufttomt Rum, som var tilveiebragt ved Fortætning af Damp. Savery synes ikke at have kjendt Papin's Skrift, og fortæller den Omstændighed, som han skulder Opdagelsen af Dampens Fortætning. Efterat have drukket en Glaske Viin i et Værtshuus, kastede han den tomme Glaske paa Siden og lod sig da bringe et Vaskesad, for at vaske Hænderne. Der var blevet nogen Viin tilbage i Glasken, hvilken begyndte at koge, og der fremkom da Damp af Glasstens Abning. Savery faldt nu paa den Tanke, at forsøge, hvilken Virkning der vilde opstaae, naar han vendte Glasken om og dækkede dens Munding ned i det kolde Vand. Han trak en Handske paa, greb den varme Glaske, og i samme Øieblik, som han bragte dens Munding i Vandet, trængte dette i Glasken og fyldte den. (See 21.)

Savery anfører, at denne Omstændighed havde strax viist ham Muligheden af at gjøre Atmosfærens Tryk virksomt ved at frembringe et lufttomt Rum. Han troede, at naar man, istedetfor den almindelige moisommelige Maade, hvorpaa man udtømmer en Pumpe, fyldte den først med Damp og derefter fortættede denne, vilde Atmosfærens Tryk drive Vandet af en Brønd op i Pumpen, og derfra i et Kar, forudsat at dette ikke var mere, end 34 Fod over Vandspeilet i Brønden. Det undgik ham ei heller, at han, naar Vandet var hævet til denne Høide, kunde benytte Dampens spændige Kraft paa den af Marquien af Worcester beskrevne Maade, til at hæve det samme Vand til en endnu større Høide, og at Dampen, efter at have fuldendt denne mekaniske Virkning, vilde, ved senere at fortættes, kunne anvendes til igjen at frembringe et lufttomt Rum og at hæve et større Quantum Vand. Efter disse Grundsætninger byggede Savery den første Maskine, i hvilken Damp blev practisk anvendt.

Tridie Afsnit.

Savery's og Newcomen's Dampmaskiner.

31.

Den af Savery opfundne Maskine bestod, ligesom enhver anden, der siden er bygget, af to væsentlig forskellige Dele, nemlig den hvori Dampen avles, eller Kjedlen, og den, hvori Dampen anvendes som en bevægende Kraft.

Den første af disse Dele bestaaer i Savery's Indretning af to stærke Kjedler, af hvilke D og E (Fig. 9) indeholde et Gjennemsnit af den større Kjedel D og den lille E. Rørene T og T' staae i Forbindelse med det virkende Apparat, som vi nu ville beskrive. En tynd Metalplade R er anbragt tæt under Dverdelen af den store Kjedel, saaledes at den, ved et ved C udenfor anbragt Haandgreb, afværlende kan bevæges fra Åbningen af det ene Rør til Mundingen af det andet. Denne glidende Ventil, som ogsaa kaldes Regulatoren, aabner og lukker afværlende Forbindelsen imellem Kjedlen og to Dampbeholdere, hvilke vi nærmere skulle beskrive. Haandgrebet, hvorved dette sker, bliver stedse bevæget af Opgiftsføreren. To Prove-Rør G og G' angive Vandets Høide i Kjedlen. Den nederste Åbning i det ene Rør G er lidet over den behørigte Vandhøide, og det andet G' lidet derunder. I de øverste Ender G G' er anbragt Haner, som man, efter Behag, kan aabne og lukke. Den i den øverste Deel af Kjedlen samlede Damp, som trykker paa Vandets Overflade, driver dette op i Rørene G G', dersom deres nederste Ender ere under Vandspeilet. Naar der, ved Åbning af Hannerne G G', strømmer Vand ud af begge, saa er der formeget Vand i Kjedlen, da Mundingen G ikke bør være under dets Overflade; men strømmer der Damp ud af begge, saa er der for lidt Vand i Kjedlen, da Mundingen af G' er over dets Overflade. Strømmer derimod Damp af G og Vand af G', saa har Vandet i Kjedlen den behørigte Høide. Denne findrige Indretning til at angive Vandhøiden i Kjedlen er Savery's Opfindelse og bliver i mange Tilfælde endnu benyttet.

Mundingen i G skulde egentlig anbringes noget under $\frac{1}{3}$ af Kjedlens hele Dybde, og Mundingen i G' noget dybere

end $\frac{1}{3}$, da det er nødvendigt, at næsten $\frac{2}{3}$ af Kjedlen ere fyldte med Vand. Røret I danner en Forbindelse imellem den store Kjedel D og den mindre eller Forsyningskjedlen E, og naaer næsten til Bunden af denne. Denne Forbindelse kan, efter Behag, aabnes eller lukkes ved Hane K. Et Proverør, ligesom G G', strækker sig næsten lige til Bunden. Fra denne Kjedel fører et Rør F til Beholderen C (Fig. 10), og der er en Hane ved M, igjennem hvilken Vandet kan løbe fra Beholderen i Forsyningskjedlen E, og som lukkes efterat denne Kjedel er bleven fyldt. Den Maade, hvorpaa denne Beholder fyldes, skal nærmere blive beskrevet. Vi ville nu antage, at den store Kjedel er fyldt til den behørig Høide imellem begge Proverørene, at den lille Kjedel næsten er fuld af Vand, Hane K og Provehanerne G G' lukkede. Antændes Ild under D og Vandet bringes til at koge, saa udvikles der Damp, som strømmer igjen et af Rørene T T' til den virkende Indretning. Er Vandet i D, ved Fordunstning, sunket under den nederste Ende af Røret G', saa bliver det nødvendigt igjen at fylde Kjedlen. Der bliver i denne Hensigt antændt Ild under Forsyningskjedlen E og den i denne avlede Damp trykker, da den ikke har nogen Udgang, paa Overfladen og driver derved Vandet i Røret I. Aabnes da Hane K, saa trænger det kogende Vand ind i den store Kjedel D, i hvilken man lader det indstrømme, indtil Vandet flyder ud af Provehanen G'. Skeer dette, saa lukkes Hane K og Ilden slukkes under E, indtil den store Kjedel igjen skal fyldes. Naar Forsyningskjedlen E er udtømt, saa bliver den igjen fyldt fra Beholderen C (Fig. 10) igjennem Røret ved at aabne Hane M.

32.

Vi ville nu beskrive den virkende Indretning, ved hvilken Dampen bliver benyttet som en bevægende Kraft.

V V' (Fig. 10) ere to Dampbeholdere, som ere forbundne ved Rørene T T', (betegnede med samme Bogstaver i Fig. 9) med den store Kjedel D. Et Rør S, kaldet Sugerøret, gaar ned i Brønden eller Beholderen, af hvilken Vandet skal haves, og staaer i Forbindelse med begge Dampbeholderne ved Rørene D D' og Ventilene A A', hvilke aabnes opad. Dampbeholderne V V' staae i Forbindelse med Røret F ved Rørene E E' og Ventilene B B', hvilke ogsaa aabnes opad. Over Dampbeholderne og paa Røret F er anbragt den, allerede nævnte, lille Vandbeholder C, som bliver fyldt med koldt Vand igjen.

nem Røret F, og i Bunden af Beholderen et Rør, der ender sig med Hanen G, hvilket kaldes Fortætnings-Røret, og afvekslende bringes over enhver af Dampbeholderne. Fra Beholderen C udgaaer et andet Rør, som ved Hanen M (Fig. 9) staaer i Forbindelse med Forsyningskjedlen.*)

Forbindelsen imellem Rørene T'T' og Dampkjedlen kan afvekslende aabnes og lukkes ved Glideren R (Fig. 9).

Antager man nu at alle Dampbeholdere og Rør ere fyldte med atmosfærisk Luft og Glideren stillet saaledes, at Forbindelsen imellem Røret T og Kjedlen er aaben, men Forbindelsen imellem det andet Rør T' lukket, saa vil der strømme Damp igjennem T i V. Saalænge Dampbeholderen V er kold, vil Dampen fortættes og falde ned paa Bunden og Siderne af Karret i Draaber. Den vedvarende Damptilstrømning fra Kjedlen vil endelig meddele Karret V en saadan Varmegrad, at Dampen ikke videre fortættes. Blandet med den ophedede Luft i Karret V vil den have en spændig Kraft, som overstiger Trykket af den atmosfæriske Luft, og derfor aabne Ventilen B, af hvilken da vil udstømme en Blanding af Luft og Damp, indtil Luften er dreven ud af Karret V, og dette ikke indeholder andet end reen Vanddamp. Er dette skeet, saa stilles Glideren saaledes, at Forbindelsen imellem Røret T og Kjedlen afbrydes, og den videre Tilstrømning af Damp til Karret V standses. Lillige bliver Fortætningsrøret G bragt over Karret V og Hanen aabnet, saa at der kan flyde en Strøm af koldt Vand over det. Karret V vil derved blive affjølet, og den deri værende Damp fortættes, hvorved opstaaer et lufttomt Rum i Karret. Ventilen B bliver ved Atmosfærens Tryk holdt lukket. Den spændige Kraft, som Luften udøver imellem Ventilen A og Vandets Overflade i Brønden eller Vandbeholderen, vil aabne A og en Deel af denne Luft derefter indstrømme (see 6) og fylde Karret V. Da nu Luften i Sugerrøret S indtager et større Rum, saa vil dens spændige Kraft forholdsmaæssig formindskes (see 6) og dens Tryk ikke længere kunne modvirke Atmosfærens Tryk paa den ydre Overflade L**) af Vandet i Brønden. Dette Tryk vil derfor drive Vandet op i Røret S, indtil dets Vægt, i Forbindelse med det spændige Tryk af

*) Dette Rør er angivet i Fig 11, som om det gaaer fra Røret F over Vandbeholderen C.

**) Ikke i Figuren.

Lufsten ovenpaa, staaer i Ligevægt med Atmosfærens Tryk paa L (Side 7). Naar dette finder Sted, saa stiger Vandet ikke mere.

Vi ville nu antage at Forbindelsen imellem T og Rjeddelen igjen er aabnet ved en forandret Stilling af Glideren, og at Dampen igjen strømmer i V. Omdreies Hanen i Fortætningsrøret, saa vil Karret igjen blive ophædet, som forhen, Lufsten uddreven og Rummet fyldt med Damp. Dersom man igjen lader koldt Vand strømme igjennem Fortætningsrøret over Karret V, og den videre Tilstrømning af Damp er afbrudt, saa opstaaer der et lufttomt Rum i V, og Atmosfærens Tryk paa L driver Vandet igjennem Ventilen A i Karret V, saa at det næsten fyldes; dog bliver nogen atmosfærisk Luft staaende over Vandet.

Saavidt er den mekaniske Kraft, der anvendes til at hæve Vandet, Atmosfærens Tryk, og Dampens Kraft bliver kun anvendt til at frembringe et lufttomt Rum. Men for at hæve Vandet høiere igjennem Røret F over Vandbeholderen, vil det være nødvendigt at benytte Dampens spændige Kraft. Vi ville nu antage at Karret V næsten er blevet fyldt med Vand ved Atmosfærens Tryk og at Gliderens Stilling igjen er forandret saaledes, at Forbindelsen imellem Røret T og Rjeddelen er aaben, Hanen paa Fortætningsrøret omdreiet og at Dampen strømmer i V. I Begyndelsen vil Dampen blive fortættet ved at komme i Berørelse med Vandets kolde Overflade og Karret, men dette vil snart opvarmes og det af den fortættede Damp opstaaede Damp samle sig paa Overfladen af Vandet i V i et Lag, som har Koghede*). Da Dampen nu ikke mere fortættes vil den trykke paa Vandets Overflade med sin spændige Kraft, og naar denne overstiger Atmosfærens Tryk, aabnes Ventilen B og det derigjennem strømmende Vand gaaer igjennem E i Røret F, hvilket vil vedvare, indtil Dampen aldeles har fordreven Vandet af V og traadt i dets Sted. Den videre Tilstrømning af Damp igjennem T vil standses ved en Bevægelse med Glideren, og naar den Damp, der er i Karret V fortættes med det afkjølede Vands Virkning, saa opstaaer der et lufttomt Rum. I dette Vacuum drives Vandet, ligesom forhen, ved Atmosfærens Tryk paa L og fylder V. Lukkes da Fortætningsrøret, og Dampen indledes igjennem T, saa

*) Det varme Vand flyder ovenpaa, fordi det er lettere end koldt Vand.

vil Vandet blive drevet igjennem Ventilen B og Røret E i F.

Vi have endnu ikke berørt den anden Dampbeholder V'. Efter vor hidtil meddeelte Beskrivelse kunde det synes, at den var fyldt med atmosfærisk Luft, hvis Tryk paa Ventilen A' vilde have hindret det i Sugerøret S hævede Vand at gaae derigjennem. Men dette er dog ikke Tilfældet, thi medens den i Karret V foregaaende Virkning har funden Sted, er der foregaaet en lignende i V', hvilken vi ikke have berørt, for at undgaae en Forvirring i Fremstillingen. Man vil erindre sig, at, efterat Dampen, idet den i det første Tilfælde strømmede fra Kjedlen igjennem Røret T, har drevet Luften fra V igjennem B, er Forbindelsen imellem Kjedlen og T afbrudt. Men nu aabner den samme Bevægelse med Glideren, som spærrer for T, Forbindelsen imellem T' og Kjedlen, thi Glideren R (Fig. 9) er bragt fra det ene Rør til det andet, og til samme Tid lader man, som vi allerede have bemærket, det affjølende Vand virke paa V. Medens der nu, ved Fortætning, tilveiebrindes et lufttomt Rum i V, driver den Damp, der strømmer igjennem T', Luften ud gjennem B', som vi allerede have angivet ved det andet Kar V, og medens Luften i S strømmer igjennem A ind i V' fulgt af Vandet, som hæves ved Atmosfærens Tryk paa L, bliver Karret V' fyldt med Damp og Luften aldeles fordreven deraf.

Forbindelsen imellem T og Kjedlen er nu igjen aabnet, men lukket imellem T' og Kjedlen, idet Glideren R (Fig. 9) blev dreiet fra T til T', og Fortætningsrøret til samme Tid flyttet fra V til V'. Medens Dampen endnu engang driver Luften ud af V igjennem B opstaaer der ved Fortætning et lufttomt Rum i V', hvori Vandet i S strømmer igjennem Ventilen A'. Imidlertid vil V igjen blive fyldt med Damp. Forbindelsen imellem T og Kjedlen er nu afbrudt, men aabnet imellem T' og Kjedlen, og Fortætningsrøret, som er flyttet fra V', virker paa V. Medens Dampen fra Kjedlen driver Vandet i V' igjennem B' i Røret F, opstaaer der et lufttomt Rum i V, hvori Vandet drives ved Atmosfærens Tryk paa L.

Saaledes bliver ethvert af Karrene V V' afvejlende fyldt fra S og Vandet drevet ud deraf i F. Den samme Damp, som har drevet Vandet af begge Karrene, bliver igjen fortættet og bringer Vandet op fra S ved Atmosfærens Tryk.

Under disse Virkninger maa der bestandig gøres to afvejlende Bevægelser: imellem T og Kjedlen maa Forbindelsen

være aaben, men imellem T' og Kjedlen luftet. Begge stee ved en eneste Bevægelse med Glideren. Fortætningsrøret maa til samme Tid bringes fra V til V', hvilket skeer ved et derpaa befæstet Haandgreb. Forbindelsen mellem T' og Kjedlen maa da igjen aabnes og lukkes imellem T og Kjedlen, hvilket skeer ved at dreie Glideren tilbage. Fortætningsrøret bringes fra V' til V, idet man bevæger det andet Haandgreb tilbage og saaledes vekselsviis.

For at gøre Beskrivelsen mere tydelig og let at oversee, have vi gjort nogle smaae Forandringer i Stillingen af de enkelte Dele. Fig. 11 giver en Fremstilling af Maskinen. De forskellige, allerede beskrevne, Dele ville her let gjenkjendes, da de ere betegnede med de samme Bogstaver som i Fig. 9 og 10.

33.

Ville vi bedømme en Forbedring, saa maae vi først udhæve de Mangler der skulle afhjæpes. Savery's Maskine gjør visselig Opfinderens Genie stor Ære, naar man betænker hvor lidet Dampens Vigtighed og Egenskaber vare bekendte, og paa hvilket lavt Trin Mechanikken den Tid stod. Den havde alligevel betydelige Mangler og man fandt endelig at den var utilstrækkelig til de vigtigste af de Niemed, til hvilke den var bestemt.

Da denne Opfindelse fremkom, var man allerede kommet til en anseelig Dybde i de engelske Bjergværker, men Vandets Oppumpning var bleven saa kostbar og besværlig, at i mange Tilfælde kunde Udbyttet ikke dække Bekostningerne. Det vigtigste Niemed, som Savery havde med sin Dampmaskine, var derfor at bringe det fremtrængende Vand ud af Gruberne.

Vi have bevist, at Atmosfærens Tryk udgjør omtrent 14 Pund paa hver Kvadrattomme. En Vandsoile, hvis Grundflade er liig en Kvadrattomme, og som er 32 Fod høi, veier omtrent 14 Pund. Antage vi nu at der ved Fortætning er tilveiebragt et aldeles lufttomt Rum i Dampbeholderne VV' (Fig. 10), saa vilde det atmosfæriske Tryk paa L ikke kunde hæve Vandet, naar den øverste Deel af hinc Kar var 32 Fod over Vandspeilet. Det er derfor indlysende, at Maskinen ikke maa være mere end 32 Fod over Vandet, som den skal hæve. Men da der aldrig tilveiebringes et fuldkommen lufttomt Rum i Dampbeholderne VV', saa kan den i Virkeligheden ikke anbringes saa høit. Naar Vand ikke er underkastet Atmosfærens Tryk, saa gaaer det over i Damp

ved en meget lav Temperatur (see 17), og det har vist sig, at der, uagtet Fortætningsrøret, kunde forblive Damp i Karrene V V' og Røret S af betydelig Spændighed, hvorved Vandets Opstigning i Røret vilde forhindres. Man fandt derfor, at naar Maskinen skulde være practisk nyttig, saa kunde man ikke stille den høiere, end 25 Fod over Vandet, som skal hæves.

34.

Naar Vandet er hævet til Maskinen, og Dampbeholderne fyldte, saa maa Dampen, dersom den ledes over Vandet i V, først bringes i Ligevægt med Atmosfærens Tryk, førend den kan drive Vandet igjennem Ventilen B. Her bliver derfor anvendt et mekanisk Tryk af 14 Pund paa Kvadrattommen, uden at Vandet derved hæves. Bruges der en dobbelt saa spændig Damp, saa vil den hæve en Soile i F af 34 Fods Høide, og dersom Spændigheden var tregange saa stor, saa vilde den hæve en Soile af 68 Fods Høide, hvilket tilligemed de 25 Fod, som hæves ved Atmosfærens Tryk, udgjør ialt 93 Fod, som Vandet saaledes hæves.

Derved virker Damp, af en Spændighed, der er tregange saa stærk som Atmosfærens Tryk, paa den indre Overflade af Karrene V V'. En Trebiedeel af dette Tryk holdes i Ligevægt af Atmosfærens Tryk paa Karrenes ydre Overflade, men, foruden dette, bliver der stedse et virkeligt Tryk tilovers af 28 Pund paa Kvadrattommen, som stræber at sprænge Karrene. Det viste sig, at Apparatet ikke med Sikkerhed kan udholde et større Tryk, og en saadan Maskine hævede derfor i Virkeligheden ikke mere end omtrent 90 Fod i lodret Høide. Vilde man derfor ved denne Maskine hæve Vand af et Bjergværk, saa maatte man opsætte en Maskine ved hver Dybde af 90 Fod, saaledes at det ved den første hævede Vand kunde samles i en Beholder, fra hvilken en anden Maskine igjen hævede det 90 Fod høit. Iøvrigt fandt man at disse Maskiner, naar de bleve udførte efter en stor Maalestok, ikke kunne gives nogen tilstrækkelig Styrke. De vare derfor af meget indskrænkede Dimensioner og ikke istand til at hæve Vandet med den fornødne Hurtighed. Nødvendigheden af at anlægge flere Maskiner for forskjellige Vandhøider forøgede betydelig Bekostningerne ved Anlægget.

35.

Men disse vare ikke de eneste Mangler ved Savery's Maskiner. De forbrugte overordentlig meget Brændsel, da der blev forødet langt mere, end der var nødvendigt til at

hæve Vandet, eller til at frembringe et lufttomt Rum. Man vil let indsee dette, naar man betragter Maskinens Virksomhed, som vi have beskrevet. Bliver Dampen først indbladt fra Kjedlen i Dampbeholderne VV' , for at frembringe et lufttomt Rum, saa maa den opvarme disse Kar til samme Temperatur, som den selv har, thi forinden de ere behørig ophedede vil Dampen, naar den strømmer i Beholderen, fortættes ved den kolde Overflade. Al den Hede, som udfordres til at forhøje Temperaturen i Dampbeholderne, vil derfor tabes. Er Vandet hævet saa høit at det har fyldt Karrene VV' , og strømmer derefter Damp ind, for at drive Vandet igjennem BB' i F , saa bliver den strax fortættest ved den kolde Overflade i VV' , og virker ikke, førend der har samlet sig en vis Mængde varmt Vand, der bestaaer af fortættest Damp, paa Overfladen af det kolde Vand, som er i VV' . Hersfra opstaaer en anden Kilde til at forøde Varme.

Naar Dampen begynder at virke paa Vandets Overflade i VV' og at nedtrykke det, saa bliver den efterhaanden udsat for Karrenes kolde Overflade, som maa ophedes, medens Dampen vedbliver at virke; og er Vandet derved drevet ud af Karrene, saa ere disse selv opvarmede til samme Temperatur, som Dampen; den hele dertil anvendte Hede forødes ved den paafølgende Fortætning. Det er saaledes klart, at den Damp, som bruges til at drive Vandet i F og frembringe et lufttomt Rum, ikke staaer i behørigt Forhold til den, som anvendes til at ophede Apparatet efter Fortætningen.

36.

Endnu en anden Omstændighed forøger Brændsel-Forbruget. Vandet drives nemlig igjennem B , ikke alene imod den atmosfæriske Lufts Tryk, men ogsaa imod en Vandsoile af 68 Fod. Der udfordres derfor Damp af 42 Punds Tryk paa Kvadrattommen, og Vandet i Kjedlen maa selvfølgelig bringes til at koge under et saadant Tryk. Skal dette bevirkes, saa er det nødvendigt, at Vandet bringes til en langt høiere Temperatur, end 80° R. (see 17), og Kjedlen maa derfor stærkere ophedes. Foruden de øvrige Mangler bliver Apparatet efterhaanden beskadiget og ødelagt ved denne stærke Hede.

Foruden den Plan, at bringe Vandet af Gruberne, vilde Savery benytte sin Dampmaskine til mange Andre, f. E. at forsyne Stæder med Vand, at indrette Vandspring i Haver og at drive Møller. Han var den første, som forsøgte

at angive Dampmaskinens Virkekraft efter Hestekraft. Ved denne Sammenligning antog han, at enhver Hest daglig arbejder 8 Timer, medens Maskinen virker i 24 Timer. Vi ville nærmere komme tilbage til denne Maade at sammenligne virkende Kræfter.

37.

Da Savery's Maskine blev fundet utilstrækkelig til at bekjempe Grubevandet, og de i Bjergværker anbragte betydelige Capitaler gjorde Opnaaelsen af denne Plan nødvendig, eftersom Udbyttet aarlig blev formindsket, saa anstrængte Mechanikerne deres Opfindelsesevne, for at udfinde Midler til at gjøre Maskinen practisk nyttig. Iblandt andre henvendte Thomas Newcomen, en Smed i Dartmouth og Johan Cawley, en Blytækker sammesteds, deres Opmærksomhed paa denne Gjenstand.

Som det synes, vendte Newcomen igjen tilbage til den gamle Maade at hæve Vandet i Gruberne ved almindelige Pumper, men han vilde sætte disse Pumper i Virksomhed ved en mere billig bevægende Kraft, end Hestekraft. Han valgte i denne Hensigt det Middel at befæste Pumpestangen D (Fig. 12) ved en Kjedde paa den buedannede Ende A af Løftestangen AB, som bevæges paa Axlen C. Den anden buedannede Ende af hiin Løftestang B var ved en Kjedde forbunden med Stangen E i Stæmplet P, hvilket bevæges lufttæt i Cylinderen F. Løftestangen kalder man Ballancen. Naar der er tilveiebragt et lufttomt Rum under Stæmplet, saa nedtrykkes det af den atmosfæriske Luft, som virker paa det, med en Vægt af 14 Pund paa Kvadrattommen, og medens Enden A af Ballancen hæves, bliver Pumpestangen D optrukken. Virker Dampen under Stæmplet med en Kraft, som er liig Atmosfærens Tryk, og derved holder Ligevægt med dette, saa vil Stæmplet være ligegyldigt for, enten at stige eller falde, og derfor Stangen D er saameget tungere end Stæmplet, at den kan overvinde Gnidningsmodstanden, saa vil den stige ned og hæve Stæmplet til Randen af Cylinderen. Frembringes atter et lufttomt Rum, saa gaaer Stæmplet igjen ned, hvorved Pumpestangen hæves, og saaledes virker Maskinen fremdeles.

Dette var den første Idee af Newcomen's atmosfæriske Maskine og Opfindelsen syntes ved første Diekast anbefalelsesværdig. Virkekraften af en saadan Indretning beroede ganske

paa Stæmplet's Størrelse, og da her ikke anvendtes nogen høit spændt Damp, saa var Maskinen ikke udsat for en saa ødelæggende Hede, som Savery's Opfindelse udfordrede. Blev der tilveiebragt et fuldkommen lufttomt Rum under Stæmplet i Cylindren, saa erholdt man et virksomt nedadgaaende Tryk, som udgjør fjorten Gange saa mange Pund, som de Kvadrattommer Stæmplet indeholder *) Indeholdt derfor Stæmplet's Grundflade 100 Kvadrattommer, saa vilde der erholdes et Tryk af 1400 Pund.

38.

Skulde Maskinen svare hertil, saa var det nødvendigt: 1) at frembringe et fuldkommen lufttomt Rum under Stæmplet, for at bevirke dets Nedgang og 2) at danne en Modvægt mod det atmosfæriske Tryk under dets Opstigning.

Dampens Fortætning viste sig som det virksomste Middel til Opfyldelsen af den første Betingelse, og den spændige Kraft af den samme Damp, førend Fortætningen, som et Middel til at opfylde den anden. Der stod nu kun tilbage, for at kunne benytte Dampen paa denne Maade, at udfinde et Middel til at lede Dampens afværende Indstrømning og Fortætning. Newcomen og Cawley erholdt i Aaret 1705 et Patent, men i dette var Savery deelagtig, fordi Fortætnings-Principet, paa hvilket han forhen havde erholdt Patent, var nødvendigt til Udførelsen af den nye Maskine.

Vi ville nu beskrive den af Newcomen i Aaret 1711 først opstillede Maskine. Kjedlen K er anbragt over Ildstedet I, saaledes at Ilden kan omslynge den nederste Deel paa alle Sider. I Kjedelens Overdeel, der er dannet som en Halvkugle, anbragt to Proveror G G', ligesom i Savery's Maskine, og en Ventil V, der er belastet med et Pund paa Kvadrattommen. Denne Ventil aabnes opad, naar den i Kjedlen udviklede Damp overstiger Atmosfærens Tryk med mere end et Pund paa Kvadrattommen, saaledes at Dampen kan udstømme indtil Trykket er tilstrækkeligt formindsket, hvor-

*) Da Beregningen af en Dampmaskines Virkekraft afhænger af det Antal Kvadrattommer Stæmplet indeholder, saa vil det være nyttigt at give en Formel til Beregning af Kvadrattommerne i en Kredsoverflade. Man multiplicerer Antallet af de Tommer Gjennemsnittet indeholder med sig selv, dividerer Productet med 14, multiplicerer Quotienten med 11, og Resultatet vil være Antallet af de Tommer der indeholdes i Kredsen.

efter Ventilen lukket sig. Det store Damprør S leder Dampen fra Kjedlen til Cylindren, og et Forsyningsrør T, hvori er anbragt en Hane, som, efter Behag, kan aabnes eller lukkes, forener Kjedlen med Vandbeholderen L. Igjennem dette Rør kan Kjedlen igjen fyldes med Vand saasnart Proverøret G' angiver at Vandet er faldet under dets nederste Abning. Beholderen L forsynes med varmt Vand paa en Maade, som vi nærmere skulle beskrive.

39.

For at forstaae den Mechanisme, hvorved Stæmplet bevæges, maae vi see hvorledes Dampen ledes til det og derefter fortættes. Naar Stæmplet er nedtrykket af den atmosfæriske Luft derved, at denne virker imod et lufttomt Rum, saa maa der indlades Damp fra Kjedlen, for at opveie Lufttrykket, og derved give Pumpestangen saamegen Overbægt, at den kan hæve Stæmplet. Dette skeer ved at aabne Hanen R i Damprøret S. Naar Dampen paa denne Maade er strømmet ind fra Kjedlen, holder dens Tryk Ligevægt med Atmosfærens Virkning paa Stæmplet og dette vil da strax blive hævet til det Øverste af Cylindren ved Vægten af Pumpestangen D. Dampen maa da fortættes, for at tilveiebringe et lufttomt Rum, og for at dette kan skee, afbrydes dens videre Tilstrømning, hvilket skeer ved at lukke Hanen R. Er der saaledes lukket for Dampens Tilstrømning fra Kjedlen, saa maa der gydes Vand paa Cylindrens ydre Overflade, for at den deri værende Damp kan blive fortættet. I denne Hensigt er Cylindren indsluttet i en anden*), og imellem begge er der et frit Rum, i hvilket der strømmer koldt Vand igjennem den over Cylindren anbragte Hane M, hvilket ledes fra Beholderen ved et Rør, som udgaaer derfra. Denne Beholder forsynes med Vand ved Pumpen O, som bevæges af Maskinen ved en Forbindelse med Ballancen.

Det kolde Vand, der strømmer igjennem M imellem begge Cylindrene, absorberer Varmen fra den indre Cylinder, og idet Dampen derved fortættes, opstaaer et lufttomt Rum, hvori Stæmplet strax neddrives ved Atmosfærens Tryk. Førend nu Stæmplet atter kan gjøre en lignende Bevægelse maa det Vand, der er imellem begge Cylindre, og som er blevet ophebet ved den fra Dampen absorberede Varme, bortledes, for

*) Den ydre Cylinder er ikke angiven i Figuren.

at der atter kan indstrømme koldt Vand fra M. Der er derfor i Bunden af Cylinderen en, med en Hane forsynet, Aabning, igjennem hvilken Vandet ledes i Beholderen L, og da det er varmt, benyttes det til Rjædens Forsyning, ved at ledes igjennem T. Hanen R bliver nu atter aabnet og Dampen indladt under Stæmplet, hvorved det stiger, som forhen. Nedgangen skeer ved at aabne Hanen M, igjennem hvilken der strømmer koldt Vand imellem Cylinderne, hvorved Dampen fortættes under Stæmplet. Den saaledes fortættede, til Vand forvandlede, Damp samler sig paa Bunden af Cylinderen og modstaaer Stæmplets Nedstigning. Det er derfor nødvendigt at forskaffe den en Udgang, hvilket skeer ved en Ventil, som aabnes udad i et Rør, der leder den fortættede Damp til Beholderen L. For at holde Stæmplet lufttæt var det nødvendigt at der stedse strømmede koldt Vand over det, og dette skeete ved en Hane, igjennem hvilken Vandet løb ud paa Stæmplet fra Røret M.

40.

Kort efter den første Udførelse af denne Maskine blev Newcomen, ved en tilfældig Omstændighed, ledet til en langt bedre Maade, hvorpaa Dampen kunde fortættes, end den at lade Cylinderen afkjøle ved at gyde koldt Vand paa dens ydre Overflade. Han bemærkede nemlig, at en Maskine gjorde flere Slag med usædvanlig Hurtighed og uden regelmæssig Tilstrømning af afkjølede Vand. Ved at undersøge Maskinen fandt han, at der var et Hul i Stæmplet, igjennem hvilket Vandet, som blev paagjdet, for at holde det lufttæt, strømmede i Cylinderen, og da strax fortættede Dampen under Stæmplet. Dette foranledigede Newcomen til at opgive den ydre Cylinder. Han førte det med Hanen Q forsynede Rør H til Bunden af Cylinderen, for at Vandets Tryk i Røret H, fra Beholderen N, maatte, ved en Omdreining af Hanen, drive en Vandstraale i Cylinderen, og derved øieblikkelig fortætte Dampen. Denne Maade at fortætte Dampen ved Indsprøjtning, var en vigtig Forbedring af Maskinen, og bliver derfor endnu anvendt.

41.

Vi have givet en almindelig Oversigt over alle Maskinens Dele og ville nu betragte dens Virkninger. Naar Maskinen ikke arbejder, trykker Vægten af Pumpestangen D Bal-

lancen A ned, og hæver derved Stæmplet til det Øverste af Cylinderen, hvor det bliver staaende. Antag vi at alle Hæner og Ventiler ere lukkede, Kjedlen behørig fyldt, og at der er antændt Fild under den, da vil Vandet blive ophedet indtil Dampen hæver Ventilen V. Hanen R bliver nu aabnet, Dampen strømmer ind og bliver i Begyndelsen fortættet i den kolde Cylinder. Efter nogen Tids Forløb erholder Cylinderen samme Temperatur som Dampen, der nu ikke mere fortættes, men blander sig med Luften, som fyldte Cylinderen. Dampen og den ophedede Luft, som har en større Kraft end Atmosfærens Tryk, aabner nu en Ventil ved Enden X af et lille Rør i Bunden af Cylinderen. Af denne Ventil, som aabnes udad og som kaldes Blæse-Ventilen, strømmer Dampen og Luften i Forening, indtil al Luften er uddreven og Cylinderen fyldt med reen Vanddamp.

Skal Maskinen begynde at arbejde, saa lukker Værkmeesteren Hanen R og standser derved Dampens Tilstrømning fra Kjedlen. Til samme Tid aabner han Indsprøitnings-Hanen H, hvorved der bringes en kold Vandstraale i Cylinderen. Den deri værende Damp bliver herved strax fortættet og saaledes et lufttomt Rum tilveiebragt. Den atmosfæriske Luft kan ikke trænge igjennem Blæse-Ventilen og skade det lufttome Rum, da Ventilen aabnes udad. Ere hine Foranstaltninger trufne, saa begynder Atmosfærens Tryk at virke paa Stæmplet og at drive det ned i Cylinderen. Er Stæmplet paa Bunden af Cylinderen, saa lukker Værkmeesteren Hanen H og aabner R. Derved bliver Indsprøitningen i Cylinderen standset og Dampen indladt fra Kjedlen. Dampens første Bieknings er at drive det afkjølede Vand og den fortættede Damp, som har samlet sig paa Bunden af Cylinderen, igjennem Røret Y, der er forsynet med en Ventil, som aabnes udad, kaldes Udladnings-Ventilen, hvilken fører til det varme Vands Kasse, i hvilken Vandet udgydes.

Bliver den ved R indstrømmede Damp ikke mere fortættet, saa holder den Ligevægt med Atmosfærens Tryk paa Stæmplet, og dette bliver da, ved Vægten af Stangen D, hævet i Cylinderen. Denne Stæmplets Stigning bliver ogsaa understøttet af den Omstændighed, at Dampens Tryk er noget stærkere, end Atmosfærens.

Har Stæmplet naaet Cylinderens Øverdeel, saa lukkes Hanen R, Indsprøitnings-Hanen aabnes og Stæmplet drives atter ned i Cylinderen.

Maskinens Styring bestod derfor i en afværende Aabning og Lukning af 2 Haner, nemlig Regulatoren og Indsprøitningshanen. Naar Stæmplet kom til det Øverste af Cylinderen, saa blev hiin lukket og denne aabnet; kom det til Bunden, saa blev hiin aabnet og denne lukket.

42.

Selv en ivrig Opsyndsmænd kunde ikkun styre disse Hænder paa en saa ufuldkommen Maade, at Maskinens Virkning var meget uregelmæssig og Forødelser af Brændslet betydelig, indtil en ved Maskinen ansat Dreng, Humphrey Potter, som Hanernes eensformige Styring blev for kjedsommelig, fandt paa et Middel til at lukke og aabne Hænderne ved Maskinens egen Mechanisme; en af de vigtigste Forbedringer, hvorved ikke alene den ved Opsyndsførerens Efterladenhed opstaaende Uregelmæssighed blev undgaaet, men ogsaa Maskinens Hurtighed fordoblet. Potter bandt Snore til de Hænder, hvorved Hænderne bleve bevægede, og befæstede dem derefter til Ballancen paa en saadan Maade, at denne, naar den gik op og ned, trak i Snorene, og herved bleve Hænderne aabnede og lukkede med den største Regelmæssighed og Nøjagtighed. Denne Opfindelse blev siden forbedret af Beighton i Newcastle, som anbragte en lige Stang paa Ballancen, der ved Løpper, under Ballancens Op- og Nedgang, bevægede de paa Hænderne befæstede Hænder, hvorved de aabnes og lukkes til rette Tid.

Denne saaledes forbedrede Maskine udfordrede ingen anden Opsynd end at forsyne Kjedlen undertiden med Vand ved Hanen T, og at Ildstedet ligeledes blev forsynet med Brændsel.

Fjerde Afsnit.

James Watt's Maskine.

43.

Den atmosfæriske Maskine, som vi have beskrevet i det forrige Afsnit, havde i practisk Henseende betydelige Fortrin fremfor Savery's Opfindelse, og endnu i vore Dage bliver den ikke sjelden brugt i Egne, hvor der er meget Brændsel og dette tillige er billigt, da Omkostningerne med Anskaffelsen ere langt ringere, end ved de nyere Maskiner. Det lave Tryk af Dampen, hvilket den udfordrede, gjorde Brugen af den atmosfæriske Maskine ganske sikker, da heri kun var et Tryk af et Pund paa Kvadrattommen, medens Trykket i Savery's Maskine steg til 28 Pund over Atmosfærens Tryk. Dampens Temperatur, som ikke steg over 82° R., kunde hverken beskadige eller ødelægge Maskinen, hvorimod Savery's Maskine, som udfordrer Damp, der er udviklet under en Temperatur af 115° R., ikke i lang Tid kan udholde Trykket. Iøvrigt havde Savery's Maskine kun en meget indskrænket Virkekraft, saavel i Henseende til Mængden af det Vand den hævede, som Høiden, til hvilken den bragte det (see 34). Den atmosfæriske Maskine havde derimod ingen anden Grændse, end Dimensionen af Stæmplet. Ved at beregne denne Maskines Kraft kan man dog ikke antage det hele atmosfæriske Tryk som virksom Kraft. Det afkjølede Vand, som blander sig med den fortættede Damp, assætter en Mængde varmt Vand paa Bunden af Cylinderen, af hvilket der, da det ikke er underkastet Atmosfærens Tryk, udvikles Damp, hvorved Stæmplets Udgang hindres. Erfaringen lærer, at der i det mindste maa bringes i Regning 3 Pund paa Kvadrattommen for Modstanden af denne Damp, og et Pund paa Kvadrattommen for Gnidningsmodstanden, ic., saa at man finder den virkelige Kraft ved at drage disse fire Pund fra Atmosfærens Tryk; og da dette regnes til 14 Pund, bliver der en Virkekraft af 10 Pund paa Kvadrattommen tilovers. Dette er ikke desto mindre mere end der ialmindelighed opnaaes.

Et andet Fortrin, som den atmosfæriske Maskine har, fremfor Savery's, er den Lethed med hvilken den kan benyttes

til at sætte et Maskinerie i Bevægelse ved Hjælp af Balancen.

Denne Maskines Fortrin som en Opfindelse, bestaaer fornemmelig i dens Mechanisme og den Maade hvorpaa denne er sammenføiet. Vi finde her ingen Anvendelse af et nyt Princip; Virkningen af Atmosfærens Tryk paa et fuldkommen eller ufuldkommen lufttomt Rum var for forlængst bekendt. Frembringelsen af et lufttomt Rum havde Papin og Savery angivet, og den Sidste havde practisk benyttet det. Den mechaniske Virkekraft, som lod sig tilveiebringe ved det umiddelbare Tryk af Dampens spændige Kraft, var bestemt angivet af Marquien af Worcester, og selv ferend denne Tid ikke ubekendt; Kjedlen, Proverorene og Glideren i den atmosfæriske Maskine vare aabenbar laante fra Savery's Opfindelse. Den Idee at lade et Stempel virke i en Cylinder ved Atmosfærens Tryk imod et lufttomt Rum, havde den findrige tydske Naturforsker Otto von Guericke, Opfinderen af Luftpumpen, og senere Papin angiven, og Brugen af en Ballance kunde eiheller være ubekendt. Newcomen erhvervede sig ikke bestomindre megen Anseelse ved den findrige Forening af disse adspredte Principer. „Den af ham opfundne Mechanisme — siger Trebgold — viser den hele Forskiel imellem en virksom og en uvirksom Maskine, og fortjener at vurderes høiere, end de tilfældige Opdagelser af et nyt Princip.“ Dampens hurtige Fortætning ved Indspoitning af Vand, den Indretning hvorved Cylindere, efter hvert Stæmpelslag, befries fra Luft og Vand, ere to forhen ikke anvendte Opfindelser, som ere væsentlige for Maskinens Virkekraft, og Fortjenesten for samme tilkommer alene Newcomen og hans Medhjælpere.

44.

Newcomen erholdt sit Patent i Aaret 1705, og Papin udgav 1707 sit Skrift under den Titel: „Nye Indretning til at hæve Vand ved Ild.“ Han beskriver deri en Dampmaskine, som neppe fortjente at nævnes, dersom der ikke var opstaaet Strid om de Fordringer, som forskjellige Nationer have gjort paa Andeel i Opfindelsen af denne Maskine. Hans Skrift udkom ni Aar efter Savery's Patent, og han tilstaaer selv at han kjendte de engelske Opfindelser. To Aar tidligere havde Newcomen faaet sit Patent. Vi ville høre hvorledes Papin beskriver sin Maskine. En oval Kjedel A (Fig. 13) fyldes, indtil omtrent $\frac{3}{4}$ af dens Indhold, med Vand, som indlades

gjennem en i Overdelen anbragt Ventil B, hvilken aabnes opad og holdes lukket af en Løstestang med en Skydevægt. Ventilens Tryk reguleres derved, at Vægten flyttes til eller fra B. Rjeblen er forenet med Cylinderen C ved et med Hanen D forsynet Hævert-Rør. Paa den øverste Deel af Cylinderen C er anbragt en Ventil F, som lukkes ved en Vægt ligesom B, og et Rør med en Hane G, der aabner for den atmosfæriske Luft. I Cylinderen er der et huult Stempel af Kobber H, som bevæges frit og svømmer paa Vandet. Et andet Rør danner en Forbindelse imellem hiin Cylinder og Bunden af et lukket cylindrisk Kar I, kaldet Luftkammeret. I dette Rør er en opadgaaende Ventil K, og et Rør, der ender sig tragtformig, og som er forsynet med en nedadgaaende Ventil. Fra den nederste Deel af Luftkammeret udgaaer et Rør med en Hane M, hvilket kan forlænges til enhver Høide, hvortil Vandet skal hæves. Gydes der nu Vand i Tragten, saa gaaer det igjennem Ventilen L, følger Røret, stiger i Cylinderen C og hæver det svømmende Stempel paa Overfladen, indtil det har erholdt samme Høide, som i Tragten. Paa denne Maade kan Cylinderen C fyldes indtil Randen af Tragten. Hanen G maa imidlertid være aaben, for at Luften kan undvige medens Vandet stiger. Vi ville nu antage at der lægges Ild under Rjeblen og derved udvikles Damp. Aabner man derefter Hanen D og lukker G, saa vil Dampen strømme igjennem det hævertdannede Rør, hvorved Cylinderen forbindes med Rjeblen, nedtrykke det svømmende Stempel og drive Vandet i det nederste Rør. Da Gjennemgangen ved Ventilen L, som aabnes nedad, er spærret, saa aabner Vandet Ventilen K og gaaer ind i Luftkammeret I. Er Stemplet H trykket ned til Bunden af Cylinderen, saa lukkes Hanen D og G aabnes, for at Dampen kan gaae over i Atmosfæren. Cylinderen bliver da fyldt fra Tragten, som forhen, og naar man har lukket Hanen G og aabnet D, saa bliver Arbeidet fortsat og mere Vand drevet ind i Luftkammeret I. Medens dette skeer, bliver den i hiint Kar oprindelig værende Luft sammentrykket over Vandet, og dens spændige Kraft nøagtig forøget i samme Forhold, som dens Rumfang formindskes. (See 6.) Antage vi at den halve Deel af Karret I er bleven fyldt med det inddrevne Vand, saa har den over Vandet værende Luft, da den er bragt til det halve af dens Volumen, erholdt en dobbelt spændig Kraft, og udøver derfor paa Vandets Overflade et Tryk, der

et bobbelst saa stort som Atmosphærens. Ere $\frac{3}{4}$ af Karret fyldte med Vand, saa bliver Luften sammentrykket til $\frac{1}{4}$ af dens Rumfang og udøver da et Tryk af tre Atmosphærer paa Vandets Overflade. Nabes nu Hanen M, saa vil Trykket af den sammentrykkede Luft drive Vandet op i Røret N, og det vil vedvarende stige indtil Vandsoilen holder Ligevægt med den sammentrykkede Luft. Er Halvdelen af Karret I fyldt med Vand og Hanen M aaben, saa vil Vandsoilen i N stige til en Høide af 32 Fod, fordi Trykket af 32 Fod Vand er liig Atmosphærens Tryk; og medregnes dette, saa erholder man i det Hele et Tryk af to Atmosphærer, som holder Ligevægt med Luften i I, der er sammentrykket til det halve af dens Rumfang. Dersom $\frac{3}{4}$ af I fyldtes med Vand, saa vil Luften bære en Soile af 64 Fod i N, thi en saadan Soile udøver, tilligemed Atmosphærens Tryk, som hviler paa den, et Tryk, der er tre Gange saa stort, som Lufttrykket, hvilket holder Ligevægt med den comprimerede Luft i I, der er sammentrykket til $\frac{1}{4}$ af dens oprindelige Rumfang.

Denne Maskine taber, da Fortætnings-Principet ikke benyttes, 25 Fods Høide, lodret hævet. Overalt staaer den i enhver Henseende under Savery's og Newcomen's Maskiner.

45.

Efterat Newcomen havde bygget sin atmosfæriske Maskine, forløb næsten et halvt Aarhundrede, uden at der skeete noget vigtigt Skridt til Dampmaskinens Forbedring. Imidlertid havde den berømte Smeaton henvendt særdeles Opmærksomhed paa Forholdene af de enkelte Dele i den atmosfæriske Maskine og bragt den til en saadan Fuldkommenhed, som den, efter Principet, hvorpaa den beroede, ikke alene syntes at kunne naae, men ogsaa siden har naaet.

James Watt, et i Mechanikkens Historie høit berømt Navn, begyndte i Aaret 1763 sine Forsøg over Dampens Spændighed. Han var født 1736 i Greenock i Skotland og kom i sit fjerdende Aar, som Lærling, til en mathematisk Instrumentmager, hos hvem han blev i fire Aar. Derafter gik han til London, hvor han vedvarende opoffrede sig for sit Fag, indtil hans svækkede Sundhedstilstand tvang ham til at vende tilbage til Skotland. Han bosatte sig i Glasgow, for at drive sin Haandtering, og blev 1757 ansat som mathematisk Instrumentmager ved det derværende Universitet. Dette ledede til et Bekjendtskab med den berømte Dr. Robison, som

dengang studerede i Glasgow, og henvendte Watt's Opmærksomhed paa Dampmaskinen. Ved sine første Forsøg anvendte han Damp af høit Tryk; men Faren ved at Riedlen sprænges, den Vanskelighed at holde Sammenføiningerne tætte, og andre ugunstige Omstændigheder bevægede ham dengang til at opgive sine Undersøgelser.

46.

I Vinteren 1763 blev Watt overdraget at forbedre Modelen til en atmosfærisk Maskine, som tilhørte Universitetet, og dette foranledigede ham til igjen at henvende sin Opmærksomhed paa Dampmaskinen. Ved at anstille Forsøg med denne Model fandt han, at Dampforbruget var saa stort, at der maatte forødes langt mere, end der udfordredes til Stæmplets Bevægelse. Hans første Slutning var, at Metallet, hvoraf Cylindren bestod, Messing, var en altfor god Varmeleder, og at derfor megen Varme tabtes. Han gjorde nu nogle Forsøg med Træ-Cylindre, som han lod gjennemtrækkes af Linolie, men han opgav snart igjen denne Tanke. Videre Betragtninger overbeviste ham om, at Principet for den atmosfærisk Maskine medførte en overordentlig Dampforøvelse. Man vil let kunne indsee dette. Er Cylindren saaledes fyldt med Damp, at denne holder Ligevægt med Atmosphærens Tryk paa Stæmplet, saa maa den ogsaa have samme Temperatur, som Dampen. Ved det kolde Vand's Indsprøitning danner Dampen, som forener sig med Vandet, en Masse af varmt Vand paa Bunden af Cylindren. Dette Vand koger, da det ikke er underkastet Atmosphærens Tryk, under en meget lav Temperatur, og udvikler derfor Damp, som modvirker Stæmplets Nedgang. Cylindrens Varme understøtter selv denne Virkning, og for at tilveiebringe et, saavidt muligt, fuldkommen lufttomt Rum, var det nødvendigt, at indsprøite saameget koldt Vand, som udfordredes til at bringe Temperaturen i Cylindren under 30° R., og følgelig at afkjøle selve Cylindren til samme Temperatur. Under disse Omstændigheder fandt Stæmplets Nedgang vel meget ringe Modstand af Dampen i Cylindren; men ved den paafølgende Stigning indtraadte en umaadelig Dampforøvelse; thi den under Stæmplet indstrømmede Damp blev øieblikkelig fortættet ved den kolde Cylinder og det afkjølede Vand, og dette vedvarede indtil Cylindren igjen var opvarmet til 80° , en Varmegrad, som hele Cylindren maatte opnaae, før end Stignin-

gen kunde ske. Heri laae altsaa en tydelig Aarsag til den store Varmeforøbelse. Hver Gang Stæmplet gik ned skulde Cylindren afkjøles til 30° , og ved hver Stigning igjen opvarmes til 80° . Det var derfor et Spørgsmaal, om den, ved det mere fuldkomne lufttomme Rum, opnaaede Kraft svarede til den store Mængde Brændsel, som udfordredes til at frembringe et lufttomt Rum; og det syntes i det Hele taget mere fordelagtigt ikke at afkjøle Cylindren til en saa lav Temperatur, og følgerig at arbejde med en, i Forhold til et mere ufuldkommen lufttomt Rum, formindsket Kraft.

Watt saae nu at der ved denne Maskine kun var to Tilfælde mulig: den maatte enten bruge meget eller lidet afkjølede Vand. Naar der brugtes meget, saa var det lufttomme Rum fuldkomment, men da blev Cylindren afkjølet og der maatte forødes saare meget Brændsel, for at opvarme den. Brugte man derimod lidet, saa blev der nogen Damp tilbage, som modvirkede Stæmplets Nedgang og derved berøvede Atmosfæren en Deel af dens Kraft. Der fremtraadte nu den store Opgave, at fortætte Dampen, uden at afkjøle Cylindren. Den ringe Mængde Vand, som faldte Cylindren i Dampform, og den store Mængde Indsproitnings-Vand som Cylindren meddeelte sin Varme, bevægede Watt til at undersøge i hvilket Forhold Vandets Masse i flydende Tilstand staaer til den dampformige Masse, og hvilket Forhold der finder Sted imellem Varmegraderne, som det indeholder i denne forskjellige Tilstand. Han fandt ved Forsøg, at en Cubictomme Vand giver omtrent en Cubicfod Damp, og at denne indeholder saamegen Varme, som udfordres til at opvarme en Cubictomme Vand til omtrent 1000° Fahrenheit; (See 15) dette overraskede ham, da Thermometret angav samme Varmegrad for Dampen, som for Vandet, af hvilket den blev udviklet. Hvad blev der nu af al den Varme, som Dampen indeholdt, og som ikke blev angivet af Thermometret? Watt gjorde den Slutning, at denne Varme paa en eller anden Maade bidrog til at holde Vandet i dets nye Form. Forundret over denne besynderlige Omstændighed meddeelte han den til den berømte Naturforsker Dr. Black, der forklarede ham sin Theorie om den bundne eller latente Varme, som han allerede nogen Tid forhen havde foredraget i Glasgow, men hvorom Watt ikke vidste noget. „Saaledes snublede jeg,“ siger Watt, „over en af de vigtigste Kjendsgjæringer, hvorpaa denne Lære er bygget.“

47.

Watt henvendte nu sin hele Opmærksomhed paa at finde et Middel til at fortætte Dampen uden at skjule Cylinderen. Han kom paa den Tanke, at vedligeholde et bestandigt lufttomt Rum i et fra Cylinderen affondret Kar. Kunde der aabnes en Forbindelse imellem Cylinderen og dette Kar, saa maatte Dampen, formedelst dens Udvidelsekraft, strømme ud i dette særskildte Kar, hvor den, udsat for Kulden, strax vilde fortættes, og imidlertid beholdt Cylinderen en Temperatur af 80° .

Denne lykkelige Tanke var det første Skridt paa den glimrende Løbebane, som gjorde Watt's Navn udødeligt, og har udbredt hans Berømmelse til de yderste Grændser af den dannede Verden. Han siger selv, at fra det Dieblif, hvori han havde grebet Tanken om at „fortætte Dampen i et særskilt Kar,“ fulgte alle de andre Enkeltheder af hans forbedrede Maskine hurtig efter hinanden, og i Løbet af en eneste Dag var hans Opfindelse bleven saa fuldstændig, at han strax fik Fred til at gjøre et Forsøg.

Det særskilte Kar, Condensatoren, eller Fortætteren skulde, efter hans første Idee, forbindes med Cylinderen ved et Rør. Han vilde holde Fortætteren bestandig kold ved at stille den i en Beholder med kold Vand og lade en kold Vandstraale sprøjte ind i den. Var Forbindelsen med Cylinderen aaben, saa vilde Dampen strømme i Condensatoren, og øieblikkelig blive fortættet ved Vandstraalen og den kolde Overflade. Men her viste sig den Vanskelighed, at det indsprøjtede Vand og den derved fortættede Damp, samlede sig paa Bunden af Condensatoren. Desuden vilde der fra forskjellige Kilder samle sig Luft eller Gas, som ikke lod sig fortætte. Vand indeholder i sin sædvanlige Tilstand meer eller mindre Luft, og den Luft, der er forbundet med Vandet i Rørlene maatte, tiligemed Dampen gaae igjennem Rørene og Cylinderen, og samle sig i Fortætteren. Der maatte ogsaa forbinde sig Luft med det afsjælende Vand, hvilken blev frigjort ved Vandets Berørelse med den varme Damp. Den fra disse forskjellige Kilder fremkommende Luft maatte, som Watt forudsaa, samlemendynge sig i Fortætteren, endog saa naar Vandet blev udtømt, og saaledes hindre Stæmplets Nedgang. Denne Omstændighed vilde han afhjælpe ved en Forbindelse imellem Bunden i Fortætteren og en Pumpe, som han kaldte Luftpumpen, saa at Vandet og Luften, der samlede sig i Fortætteren, kunde blive bortført. Det var let at bevæge denne Pumpe ved

Maskinen. Dette var det andet store Skridt i Opfindelsen.

For at holde Stæmplet lufttæt i Cylindren, havde man fundet det nødvendigt at gøde en vis Mængde Vand paa det. Heraf fulgte at alt det Vand, som løb igjennem, eller imellem Stæmplet og Cylindren, kom til at koge, da Cylindren havde 80° Varme, og den derved udviklede Damp skabede det lufttomme Rum. For at undgaae dette Onde gjorde Watt, Stæmplet slibrigt og lufttæt ved at smøre det, med smæltet Talg. Endnu maatte en anden Omstændighed bortfjernes. Ved Stæmplets Nedgang blev Cylindrens Temperatur formindsket ved den indtrængende Luft, saa at en Deel af Dampen blev fortættet og derved forødet. Watt afhjælp denne Omstændighed ved at lukke den øverste Deel af Cylindren med et luft- og damp tæt Laag, idet han lod Stæmpelstangen gaae igjennem en Aabning, der var forsynet med en Stophosning, og bragte Stæmplet til at gaae ned ved Damp, istedetfor Atmosfærens Tryk.

Dette var det tredje Skridt i denne store Opfindelse, hvilket aldeles forandrede Maskinens Charakter. Den var nu virkelig en Dampmaskine i Ordets fulde Betygning, thi Trykket ovenpaa Stæmplet blev frembragt ved Dampens spændige Kraft, og det lufttomme Rum fornedet ved Dampens Fortætning, saa at der middelbar og umiddelbar blev anvendt Damp som bevægende Kraft, hvormod i den atmosfæriske Maskine kun blev benyttet Dampens middelbare Kraft, som et bekvemt Middel til at frembringe et luftomt Rum. Den sidste Vanskelighed, som, med Hensyn til Brændebesparselsen, endnu maatte bortfjernes, var den Omstændighed, at Cylindren let kunde blive afføjet paa dens ydre Overflade ved Luften. I Begyndelsen valgte Watt dertil det Middel, at forsyne Cylindren med en Beklædning af Træ, da det er en slet Varmeleder. Men senere gik han over til et andet Middel og indsluttede en Cylinder saaledes i en anden, at der blev et Rum imellem begge, hvilket han stedse fyldte med Damp. Den indre Cylinder beholdt derved stedse samme Temperatur som Dampen, der omgav den. Den ydre Cylinder kaldte han Troien*).

48.

Efter Watt's Beregning blev der i den atmosfæriske

*) Det er mærkeligt, at Watt brugte det samme Middel til at holde Cylindren varm, som Newcomen havde betjent sig af ved sin Maskine til at affjøre den. (See 39.)

Maskine, ved Cylinderens Opvarming og andre Indretninger, forødet tregange saamegen Damp, som der blev anvendt til nyttig Virkning, og da denne betydelige Forøvelse blev hævet ved de af ham udførte Forbedringer, saa gjorde han Regning paa en Besparelse af tre Fjerdedele af Brændslet, hvilket ogsaa senere viste sig ved Udførelsen.

Den Vre, som han erhvervede sig ved sine Opfindelser blev forøiet ved de Vanskeligheder, med hvilke han til hiin Tid, under trykkende Omstændigheder, havde at kæmpe. Da han foretog sig at undersøge Brændselforbruget ved Dampudviklingen, var han ikke istand til at forskaffe sig et virksomt og passende Apparat, fordi det var ham for kostbart; og det var alene ved Hjælp af Apothekerredskaber at han opdagede de allerede nævnte Egenskaber, som høre til de Kjendsgjerninger, paa hvilke Læren om den bundne Varme grunder sig. En stor Andeel i Fortjenesterne af hans Opdagelser har man tilskrevet Dr. Black, hvis Underviisning om Naturen af den bundne Varme Watt, som man paastaar, skylder Kundskaben om den Kjendsgjerning, der ledede til hans Opfindelse. Dette er dog ikke Tilfældet, og Misforstaaelsen er foranlediget ved nogle, Watt angaaende, Steder i Dr. Robison's Skrifter, hvori er bemærket, at Watt havde været en Lærling og fortrolig Ven af Dr. Black, hvis Forelæsninger han havde hørt i Glasgow. Dette var imidlertid ikke Tilfældet; thi „desværre — siger han i et Brev til Dr. Brewster — tillod mine Forretninger mig ikke at høre hans eller andre Forelæsninger.“ Hvad videre angaaer Dr. Black's Yttring, at hans Sagttagelse af de Tilfælde, som forekomme ved Dannelsen og Fortætningen af spændig Damp, „ikke lidet har bidraget til det almindelige Vel, idet den ledede min Ven, Hr. Watt i Birmingham, dengang i Glasgow, til hans Forbedringer af Dampmaskinen“ — saa gjer det mig ondt at maatte bestride nogensomhelst Mening eller Paastand af min ærede Ven, men i dette Tilfælde finder jeg det nødvendigt at sige, at han synes at være falden i en Vilfarelse. Sine Forbedringer vare deels en Folge af den antagne Kjendsgjerning, at Damp fortættes ved Berørelse med kolde Legemer, og deels af hvad der siden blev bekjendt, at Vand kan komme til at koge ved en Temperatur under 30° R. (see 46), og at der selvfølgelig ikke kunde tilveiebringes et lufttomt Rum naar ikke Cylindren og dens Indhold, ved ethvert Slag, blev afkjølet under denne Temperatur.

Femte Afsnit.

Watt's enkelt virkende Dampmaskine.

49.

Den første Maskine, i hvilken Watt udførte sine, i det forrige Afsnit udviklede, Ideer, er den, som siden blev kaldet den enkeltvirkende Dampmaskine.

I Cylinderen C (Fig. 14) er anbragt et damptæt Stæmpel P. Den er lukket foroven og en nøiagtig afdreiet Stæmpelstang bevæges damptæt i en Stopbøsning, som stedse maa være vel forsynet med smeltet Talg. Gjennem en Tragt i den øverste Deel af Cylinderen gøres smeltet Fedt paa Stæmpellet, for at holde det damptæt. Kamrene AA, som indeholde Ventilerne til Dampens Ind- og Udstrømning, ere ved Røret T forbundne med hinanden og befæstede til Cylinderen. Under Cylinderen er der, i en Beholder med koldt Vand, et lukket cylindrisk Kar D, kaldet Fortætteren, som er forbundet med Cylinderen ved Røret T', der leder til det nederste Ventilkammer A. Paa den ene Side af Fortætteren er befæstet et Rør, hvis inderste Ende er forsynet med smaae Huller, ligesom Tuden paa en Vandkande. I dette Rør er paa den ydre Side af den kolde Beholder anbragt en Hane E, igjennem hvilken det afkjølede Vand indstrømmer i Beholderen. Røret S, som leder Dampen fra Rjedlen til Cylinderen, er ved F forenet med det øverste Ventilkammer. Umiddelbar derunder er en Ventil G, som aabnes og lukkes ved Løstestangen G'. Er denne Ventil aaben, saa strømmer Dampen ind over det Øverste af Stæmpellet og i Røret T, som forbinder begge Ventil-Kamrene; men er den lukket, saa spærrer den for Dampens Tilstrømning. I det nederste Kammer er der to Ventiler, af hvilke den ene H bliver bevæget ved Løstestangen H', den anden I ved I'. Naar Ventilen H aabnes, strømmer Dampen fra Cylinderen oven over Stæmpellet og igjennem Røret T i Cylinderen under Stæmpellet, forudsat at Ventilen I er lukket. Er derimod denne Ventil aaben, men H lukket, saa gaaer Dampen fra det Nederste af Cylinderen igjennem T' i Condensatoren, og bliver der fortættest af det igjennem Hanen E indsprøitete Vand.

Ventilen G kaldes den øverste Dampventil, I Udladnings-Ventilen og E Indsprøitnings-Hanen. Vi ville nu see, hvorledes disse Ventiler maae bevæges, for at Stæmplet kan erholde en afvejlende Op- og Nedgang.

Det er først nødvendigt at uddrive al den Luft, som indeholdes i Cylindren, Rørene og Fortætteren; og til den Ende behøver man kun at aabne Ventilerne G, H og I. Dampen vil da, idet den strømmer fra F igjennem Ventilen G, gaae over i det Øverste af Cylindren og igjennem Røret T, samt Ventilen H i den nederste Deel, men igjennem I i Fortætteren. Bliver Dampen ikke mere fortættet ved Apparates Kulde, saa strømmer den, blandet med Luft, ud igjennem Ventilen M, der aabnes udad, og dette vedvarer, indtil al Luft er udbreven og Apparatet fyldt med reen Damp. Vi ville nu antage, at alle Ventiler igjen ere lukkede. Cylindren er fyldt med Damp over og under Stæmplet, og da Dampen i Fortætteren er bleven afføjet ved den kolde Overflade, saa har der dannet sig et lufttomt Rum i Karret.

Er Apparatet i denne Tilstand, saa aabner man den øverste Damp-Ventil G, Udladnings-Ventilen I og Indsprøitnings-Hanen E. Dampen vil da indstrømme og trykke paa den øverste Deel af Stæmplet, men da Damp-Ventilen H er lukket, kan den ikke trænge ind i den nederste Deel af Cylindren. Ogsaa den Damp, som fyldte Cylindren under Stæmplet, strømmer igjennem den aabne Udladnings-Ventil I i Condensatoren, hvor den bliver fortættet af det igjennem den aabne Hane indsprøitebe Vand. Er dette skeet, saa vil der være et lufttomt Rum i Cylindren under Stæmplet, og i dette Rum bliver Stæmplet, uden Modstand, nedtrykket af Dampen, som strømmer ind ved G. Naar Stæmplet paa denne Maade er trykket ned til Bunden af Cylindren, saa lukker man de to fohen aabne Ventiler G I og Hanen E, og aabner Dampventilen H. Virkningerne af denne Forandring ere let at indsee. Ved at lukke Damp-Ventilen G spærres der for Dampens videre Tilstrømning i Apparatet. Bliver Udladnings-Ventilen I lukket, saa er Dampens Overgang fra Cylindren til Fortætteren standset, og Dampen i Cylindren, Ventil-Kammeret og Rørene er saaledes indsluttet deri, at den ikke kan undvige. Ved at lukke Hanen E spærres der for Indsprøitningen i Condensatoren.

Førend Ventilen H aabnes, er den i Maskinen indsluttede Damp indskrænket til den Deel af Cylindren, som er

over Stæmplet, Røret T og Ventil-Kammeret A. Men aabnes denne Ventil, saa kan Dampen strømme frit over og under Stæmplet, og overalt imellem Damp-Ventilen G og Udladnings-Ventilen I, og da den samme Damp cirkulerer paa begge Sider af Stæmplet, saa trykker den ogsaa med lige Kraft i modsatte Retninger.

I dette Tilfælde er der ikke nogen anden Kraft, som stræber at trykke Stæmplet til Bunden af Cylinderen, end dets egen Vægt. Opstigningen tilveiebringes paa samme Maade, som i den atmosfæriske Maskine. Stæmpelstangen er ved en Kjæde forbunden til den buesformige Ende af Ballancen, og Vægten af Pumpestangen K eller enhver anden Modvægt, som virker paa den fra den anden Ende af Ballancen nedhængende Kjæde, trækker Stæmplet til det Øverste af Cylinderen. Er Stæmplet kommet hertil, saa blive de to Ventiler GI og Hanen E igjen aabnede, men H lukket. Der strømmer da Damp fra Røret F igjennem Damp-Ventilen G til det Øverste af Stæmplet, og til samme Tid vil Dampen, der fyldte Cylinderen under Stæmplet, strømme igjennem Udladnings-Ventilen I til Condensatoren, hvor den bliver fortæt- tet ved den Vandstraale, som indlades igjennem den aabne Hane E. Stæmplet bliver af den indstrømmede Damp, uden Modstand, nedtrykket i det lufttomme Rum forneden, og saaledes fremdeles.

Man vil erindre sig, at af de fire Ventiler, som ere fornødne til Stæmplets Bevægelse, maae tre være aabne i det Øieblik, Stæmplet har naaet det Øverste af Cylinderen, medens den fjerde er lukket, og at hine tre Ventiler ere lukkede, samt den fjerde aaben, naar Stæmplet er kommet til den nederste Ende af Cylinderen. De Ventiler, som aabnes og lukkes paa samme Tid, ere det øverste Damp-Ventil, Udladnings-Ventilen og Indsprøitnings-Hanen. Den nederste Damp-Ventil aabnes i samme Øieblik, som hine lukkes og saaledes omvendt. Vi skulle nærmere beskrive den Maade, hvorpaa Ventilerne blive bevægede.

Fortsættes den angivne Maade, hvorpaa Maskinen sættes i Bevægelse i længere Tid, saa maa der, som man let kan indsee, indtræde to Virkninger, som hindre Maskinens Gang og endelig aldeles standse den. For det første vil det afkjø- lende Vand og den fortættede Damp samle sig i Fortætteren D og fylde den, og for det andet, vil Vandet i Beholderen,

i hvilken Fortætterer er anbragt, efterhaanden blive saaledes opvarmet, at det ikke kan fortætte Dampen, naar det indsprøites. Erindrer man sig desuden, at Vandet koger i et lufttomt Rum ved en meget lav Temperatur, saa vil man let indsee, at det varme Vand, der samles paa Bunden af Fortætterer, vilde udvikle Damp, som idet den steg op igjennem Udbladnings-Ventilen i Cylindren, vilde modarbejde Dampens Tryk paa Stæmplet og saaledes hindre dets Nedgang. Et andet Onde opstaaer derved, at Luften eller et andet, vedvarende, spændigt Fluidum træder i Forbindelse med Vandet saavel i Rkjedlen, som den afsjølende Vandstraale, og frigjøres ved dens egen Spændighed.

For at bortfjerne disse Hindringer er der anbragt en Pumpe ved Siden af Fortætterer, hvilken er forbundet med denne, ved en Ventil M, der aabnes fra Fortætterer ind i Pumpen. I denne Pumpe bevæges lufttæt et Stempel med en Ventil N, som aabnes opad. Vi ville antage, at Stæmplet er ved Bunden af Pumpen. Stiger det opad, saa kan der, da Ventilen bevæges i samme Retning, ikke gaae nogen Luft igjennem den, og følgerig bliver der et lufttomt Rum under Stæmplet. Vandet og Luften, som har samlet sig i Fortætterer, aabner Ventilen M og strømmer i den nederste Deel af Pumpen, fra hvilken det ikke kan vende tilbage, fordi Ventilen M aabnes udad. Ved Pumpestamplets Nedgang aabne de Vædsker, som fylde den nederste Deel af Pumpen, Stempel-Ventilen N, og idet de gaae derigjennem, komme de over Stæmplet, men blive ved Ventilen N hindrede fra at vende tilbage. Ved den næste Stigning hæver Stæmplet disse Vædsker til det Øverste af Pumpen, fra hvilken de i et Rør flyde i den lille Beholder B gennem Ventilen K, der aabnes udad. Det i B samlede Vand opvarmes af den fortættede Damp. Beholderen B kaldes den varme Brønd og tjener til at forsyne Rkjedlen, hvilken vi snart skulle see. Den Pumpe, som bortfører det varme Vand og Luften af Fortætterer, kaldes Luftpumpen.

50.

Vi have endnu ikke vist, hvorledes Ventilerne og Luftpumpe-Stæmplet blive bevægede. Pumpestangen Q er forbunden med Ballancen, og Pumpen bliver derfor bevæget ved Maskinen selv. Det er temmelig ligegyldigt, til hvilken Arm af Bal-

lancen den forbindes. Anbringes den paa samme Side af Midtpunctet, som Cylinderen, saa stiger og synker den med Dampstæmplet; men er den anbragt paa den modsatte Side, saa stiger Pumpestæmplet, naar Dampstæmplet gaaer ned og omvendt. Ved den enkeltvirkende Maskine har denne sidste Indretning nogle Fordele. Gaaer Dampstæmplet ned, saa strømmer Dampen i Fortættøren og mødes der af Indsprøitningsvandet. Men dette er det gunstigste Dieblæk til at bortføre Vandet og den fortættede Damp af Condensatoren ved Pumpestæmplets Stigning, fordi derved Dampstæmplets Nedgang bliver lettet: en Virkning, som ikke vilde indtræde, naar Dampstæmplet og Pumpestæmplet samtidig gik ned.

Hvad den Maade, hvorpaa Ventilerne aabnes og lukkes, angaaer, da er det let at indsee, at de tre Ventiler, som samtidig aabnes og lukkes, kunne alle blive bevægede ved een Løstestang. Denne Løstestang kan hæves ved en Tap paa Lustpumpestangen Q, saa at Tappen, naar Stæmplet er kommet til det Øverste af Cylinderen, griber i Løstestangen og derved aabner de tre Ventiler. De holdes aabne ved en Stopper, indtil Stæmplet vender tilbage, og lukkes da, efterat være løsladte, ved deres egen Vægt, naar dette har naaet Bunden af Cylinderen. Paa samme Maade bliver den nederste Dampventil aabnet, naar Stæmplet er kommet til Bunden af Cylinderen, og lukket naar den er gaaet tilbage, ligeledes ved et Fjemspring paa Stæmpelstangen i Lustpumpen.

51.

Kort efter denne Opfindelse bemærkede Watt, at det i nogle Tilfælde havde skadelige Følger at Dampstæmplet, ved Tilendebbringelsen af dets Nedgang bevægede sig med en alt for stor, tiltagen Hastighed. Grunden hertil laae i den eensformige Virkning af Dampens Tryk paa Stæmplet; thi naar det først blev sat i Bevægelse i det Øverste af Cylinderen, saa var Bevægelsen forholdsmaessig langsom, men ved Trykets Vedbliven tiltog stedse Hurtigheden, hvormed Stæmplet gik ned, indtil det naaede Bunden af Cylinderen, hvor det erholdt den største Hurtighed. For at forebygge dette og at gjøre Stæmplets Nedgang saa eensformig, som mulig, blev der foreslaaet at affpærre Damptilstrømningen, længe førend Nedgangen var fuldbendt, og blot at lade den i Cylinderen tilbageværende Damp virke ved sin Udvidskraft. I denn

Hensigt blev paa Luftpumpens Stæmpelstang anbragt en Tap, som lukkede den øverste Dampventil, naar Dampstæmplet havde fuldbendt en Tredeleel af dets Nedgang, og under dets øvrige Vandring blev den holdt lukket, indtil Stæmplet igjen havde naaet det Øverste af Cylindren. Ved denne Indretning trykkede Dampen med fuld Kraft under en Tredeleel af Stæmplets Vandring nedad og satte det i Bevægelse; men under de andre to Tredeleer virkede Dampen blot ved sin Udvidelsekraft, hvilken formindskedes i samme Forhold, som Damp- rummet blev forstørret ved Stæmplets Nedgang. Stæmplet bliver saaledes, paa den længere Deel af dets Vandring, drevet ved en, efterhaanden aftagende, Kraft, som i Praxis blev besunden tilstrækkelig til at give det en eensformig Hastighed.

52.

Vi have allerede berørt hvilke Vanskeligheder der opstod af den Omstændighed, at Vandet ophedes i Beholderen, i hvilken Luftpumpen og Fortætteren ere anbragte, og at Fortætningen derved bliver usfuldkommen. For at forebygge dette er hiin Beholder forsynet med et Rør, igjennem hvilket Vandet bestandig afløber, og en Pumpe L, kaldet det kolde Vands Pumpe, der af Maskinen selv bevæges og hæver koldt Vand, hvilket igjennem et Rør løber i en stadig Strøm i den kolde Beholder. Hiint Afløbsrør, som leder Vandet fra Beholderen, er anbragt foroven, da det varme Vand, som er lettere end det kolde, flyder oven paa dette. Det ophedede Vand afløber saaledes bestandig og erstattes igjen ved en stadig Tilstrømning af koldt Vand. Koldtvands-Pumpens Stæmpelstang er befæstet til Ballancen, (som bevæger den), ialmindelighed til den modsatte Ende af den, hvormed Stæmpelstangen i Cylindren er forenet.

En anden Pumpe O, kaldet det varme Vands Pumpe er anbragt i det varme Kar B og hæver Vandet deraf, hvilket den igjennem et Rør driver i Rjedlen, for at forsyne den. Vi ville nærmere angive hvorledes dette skeer. En Deel af Varmen, som ellers vilde tabes, bliver paa denne Maade igjen tilført Rjedlen, for at understøtte Dampavlingen. Vi kunne antage at en Deel af Varmen saaledes bestandig cirkulerer igjennem Maskinen. Den udgaaer fra Rjedlen i Dampform, bevæger Stæmplet, strømmer i Fortætteren, og bliver igjen forvandlet til varmt Vand; gaaer da i den varme Brønd, fra

hvilken en Pumpe bringer det i Kjedlen, bliver derefter igjen, forvandet til Damp, og er saaledes i en vedvarende Circulation.

Uf vor Beskrivelse fremgaaer, at fire Stæmpelstænger ere forbundne med Ballancen og bevæges ved Stæmplet i Dampcylinderen. Paa samme Side af Midtpunktet, som Cylinderen, er Luftpumpens Stæmpelstang anbragt, paa den modsatte Side Stæmpelstængerne i det varme Vands Pumpe og Koldt-Vands-Pumpen, og endelig ved Enden af Ballancen, Stæmpelstangen i den Pumpe, som skal bevæges af Maskinen.

53.

Denne Stæmpelstangs Afstand fra Midten af Ballancen er betinget af Stæmpelslaget. Naar Stæmplets Slag er kort, saa bliver Stangen anbragt nær Midtpunktet; er det længere, saa fjernes den mere fra Midtpunktet. Luftpumpens Cylinder er ialmindelighed halv saa lang som Damp Cylinderen, og dens Stæmpelstang befæstet noie i Midten imellem den ene Arm af Ballancen og Midtpunktet. Det varme Vands Pumpe, som ikke skal hæve nogen betydelig Vandsmængde, har kun et kort Stæmpelslag og dens Stæmpelstang er derfor anbragt nær Midtpunktet. Stæmpelstangen i det kolde Vands Pumpe er fjernet noget længere fra denne.

54.

Watt gjorde disse Forbedringer, efter al Sandsynlighed, i Aaret 1763, og byggede en Model, som fuldkommen tilfredsstillede hans Forventninger. Han gjorde ikke sin Opdagelse bekjendt eller dengang Forsøg paa at sikkre sig ved et Patent, formodentlig af Frygt for Fordomme og Modstand, eller af Mangel paa Indsigt. Ansat som Landmaaler, blev han bekjendt med Dr. Roebuck, som til hiin Tid havde indladt sig i betydelige Bjergværks-Speculationer, var i Besiddelse af nogen Formue og en meget entreprenant Mand. Understøttet og opmuntret af Roebuck, opførte Watt en Dampmaskine efter sin nye Construction i et Kulværk, tilhørende Hertugen af Hamilton, i Kirneil i Nærheden af Burrowstone's i Skotland. Denne Maskine, et Slags Provearbejde, blev forbedret fra Tid til anden, eftersom Omstændighederne tillode det, indtil den endelig naaede en stor Fuldkommenhed. Medens den blev udført, gjorde Watt sig i Forbindelse med Roebuck, Umage for at erholde et Patent, hvilket blev udfærdiget i Aaret 1769,

for Aar efter at Watt havde opfundet den forbedrede Maskine.

Han var nu forberedet paa at anlægge en Fabrik til at udføre den nye Maskine i det Store, da hans Compagnon Roebuck ved en forulykket Bjergværks-Speculation led et betydeligt Tab, og kom i saa stor Forlegenhed, at han ikke mere var istand til at gjøre de Pengesforskud, som Watt behøvede, til sin Plans Udførelse. Endnu engang bedraget i sit Haab og bekymret over de Vanskeligheder, der mødte ham, vilde han opgive sine Anlæg, da Matthew Bolton, som ikke længe forhen havde anlagt et Factorie i Birmingham, yttrede det Ønske at kjøbe Roebucks Andeel i Patentet. Underhandlingerne bleve sluttede 1773 og Watt forenede sig med Bolton.

Hans Stilling blev nu ganske forandret. Bolton var ikke alene en meget formuende Mand, men han havde ogsaa betydelig personlig Indflydelse, og en indre Tilbøielighed drev ham til at indlade sig i store og vanskelige Foretagender, hvilke han forfulgte med den meest vedholdende Iver og Mod. „Watt“ — siger Playfair — „var flittig og tilbageholdende, men Bolton var en snu Mand, virksom, selskabelig, frimodig og utvungen i Omgang med Personer af enhver Rang. Havde Watt søgt i hele Europa, han vilde sandsynligvis ikke have fundet nogen Anden, saa vel flirket til at bringe den nye Opfindelse frem paa en, dens Fortjeneste og Bigtighed, værdig Maade; og omendstjondt begge vare saa aldeles forskellige i deres Levemaade, saa traf det sig dog heldigviis, at aldrig to Mennesker stemmede bedre sammen“.

Roebucks Uheld havde saameget forhindret Dampmaskine-Fabrikkens Fremskridt, at Watt maatte befrngte at see sit Patent udløbe, førend han havde faaet Udgifterne til de mange nødvendige Indretninger erstattede. Efter Bolton's, Roebuck's og andre Benner's Raad, og understøttet ved deres Indflydelse, henvendte han sig i Aaret 1775 til Parlamentet, for at erholde en Forlængelse af sit Patent, hvilken blev tilstaaet ham paa 25 Aar, altsaa indtil 1800.

Der blev nu bygget en Maskine i Soho ved Birmingham, Boltons Factorie, som en Prove for Bjergværks-Entrepreneurer, og Dampmaskiner begyndte at blive søgte. Den Maade, hvorpaa Watt betingede sig en Godtgjørelse af dem, som gjorde Brug af hans Maskine, var ligesaa sindrig, som retelig og ædel. Han forlangte, at der skulde betales ham

en Tredeleel af hvad der ved hans Maskiner, i Sammentilgning med de tidligere almindelige atmosfæriske, blev besparet paa Steenkul. Der blev anstillet nøiagtige Forsøg, for at man kunde forvisse sig om Kulbesparelsen, og da Beløbet af denne Besparelse ved enhver Maskine var afhængig af Liden, i hvilken den arbejdede, eller meget mere af Antallet af Stæmpelslagene, saa udsandt Watt en meget findrig Maade, hvorpaa disse bleve angivne. Den store Ballance blev sat i Forbindelse med et Hjulvælk, ligesom Pendulet i et Uhr. Ved ethvert Slag bevægede Ballancen et lille Hjul, og denne Bevægelse blev meddeelt en Haand eller Viser, der bevægede sig paa en, i Grader inddeelt, Plade, ligesom paa et Zifferblad. Haandens Stilling angav Antallet af Ballancens Svingninger, der vare afhængige af Stæmpelslagene. Denne Indretning, som kaldes Tælleren, blev indelukket og sikret ved to forskellige Nøgler, af hvilke Eieren havde den ene og den anden var hos Watt og Bolton, hvis Befuldmægtigede, Tid efter anden, undersøgte Maskinen. Tælleren blev da aabnet og undersøgt af begge Partier, for at optegne Antallet af Ballancens Svingninger og derefter beregne Beløbet af en Tredeleel af Kulbesparelsen *).

Saa aabenbare, som de Fortrin vare, ved hvilke disse Maskiner udmærkede sig, fremfor de gamle atmosfæriske, saa var dog Forbommens Indflydelse og Modbydeligheden for nye Indretninger for stor, til at det vilde være bleven Watt let at bringe dem i almindelig Brug. De forholdsmæssig betydelige Bekostninger, som tildeels vare en Folge af den ualmindelige Nøiagtighed, hvormed alle Dele maatte bearbejdes, modvirkede Indførelsen af den nye Opfindelse. Man var ofte nødsaget til at bevæge Ejerne af de gamle atmosfæriske Maskiner til at sætte nye istedetfor disse, derved, at man gav dem en uhyre Priis for de gamle. I nogle Tilfælde maatte Watt og Bolton bygge Maskiner paa egen Bekostning, under den Betingelse, at de kun skulde betales, naar de svarede til Forventningerne og forskaffede de lovede Fordele. De havde paa denne Maade udlagt henimod 50,000 Pund Ster-

*) For tre i Gruben ved Chacewater i Cornwallis oprettede Maskiner gave Ejerne aarlig, som den trede Deel af Besparelsen, 2400 Pund Sterling; saa at den hele Besparelse maa have oversteg 7200 Pund om Aaret.

ling, førend de erholdt noget Bederlag. Betragte vi de overordentlige Fordele, som den britiske Handel har havt af Dampmaskinens Forbedring, saa kunne vi kun med Modvillie see tilbage paa hine ulukkelige Forbomme, som modsatte sig den fremsskridende Forbedring under det Paaskud, at modvirke nye Indretninger. Det vilde være en interessant Undersøgelse at udfinde hvormange Hjelpemidler England vilde have tabt, naar ikke Tilfældet havde forenet en Watt's Aand med en Bolton's Rigdom og Lyst til store Foretagender! Resultatet vilde ikke være meget ærefuldt for dem, som ansee Nyheden alene for en tilstrækkelig Grund til at modvirke den.

Sjette Afsnit.

Den dobbelt virkende Dampmaskine.

I Newcomen's atmosfæriske og i Watt's forbedrede Maskine, som vi have beskrevet i det forrige Afsnit, virker den bevægende Kraft medens Stæmplet gaaer ned, hvorimod den under dets Stigning er afbrudt. Den virkende Arm af Ballancen kan saaledes ikkun anvendes til at frembringe en løstende Kraft. Denne Virkning var ganske passende, hvor der skulde bevæges en Pumpe, hvilket tidligere var Hovedhensigten med Dampmaskinen. Men ved en mere udstrakt Anvendelse vilde denne Afbrudelse af den bevægende Kraft og dens Virkning i een Retning være utilstrækkelig. I Fabrikker udfordres en bestandig og eensformig Kraft til Bevægelse af et Maskinerie, som stedse er i Brug, og for at gjøre Dampmaskinen anvendelig hertil, var det nødvendigt, at Ballancen, saavel ved dens Op- som Nedgang, blev drevet ved den bevægende Kraft.

Da Watt først fattede den Tanke at anvende Dampmaskinen i Fabrikker, vilde han, for at frembringe den dobbelte Virkning paa Ballancen, anbringe en Damp-Cylinder under enhver af dens Arme saaledes, at medens det ene Stæmpel steg, uden at være drevet af Dampen, gik det andet ned ved at nedtrykkes af den foroven værende Damp, som virkede imod det lufttomme Rum. Medens Kraften saaledes virkede paa et af Stæmplerne i samme Tid som Virkningen paa det andet var afbrudt, vilde en bestandig Kraft virke paa Ballancen, og derved frembringes en eensformig Bevægelse, naar begge Cylindre bleve satte i Forbindelse med samme Kjedel, saa at Stæmplerne drevs af Damp af lige Spændighed. Og saa kunde een Fortætter anvendes til begge Cylindre, saa at der frembragtes et lige luftomt Rum under hvert Stæmpel.

Denne Plan blev imidlertid snart ombyttet med en langt simplere. Den nye Indretning bestod deri, at den samme Virkning blev frembragt ved en eneste Cylinder, i hvilken Dampen afvekslende blev indladt over og under Stæmplet, og paa samme Tid, fra den modsatte Side gik over i Fortætteren. Naar Stæmplet er i det Øverste af Cylinderen, saa indstrømmer Dampen foroven, medens Dampen under Stæmplet udlades

i Fortættøren. Stæmpet bliver altsaa ovenfra nedtrykket i det forneden værende lufttomme Rum indtil Bunden af Cylinderen. Har det naaet denne, saa bliver al Forbindelse imellem Kjedlen og det Øverste af Cylinderen afbrudt, og derimod aabnes en Forbindelse imellem Cylinderen og Fortættøren. Den Damp, som har nedtrykket Stæmpet, bliver altsaa optagen af Fortættøren, medens der aabnes en Forbindelse imellem Kjedlen og Bunden af Cylinderen, for at Dampen kan indstrømme under Stæmpet. Stæmpet stiger saaledes, drevet nedensfra i det lufttomme Rum foroven, opad, og paa denne Maade fortsættes den afvejlende Bevægelse. Dette er Principet for den saakaldte dobbelt virkende Dampmaskine, i Modsætning til den der er beskrevet i det forrige Udsnit, i hvilken Dampen kun virker ovenpaa Stæmpet, medens der frembringes et luftomt Rum forneden.

Det er indlysende, at Fortættøren ved den ovenfor beskrevne Indretninger stedse er i Virksomhed; thi medens Stæmpet gaar ned, maa Fortættøren modtage den Damp, som er under og, naar det stiger, den Damp, der er over Stæmpet. Da der saaledes bestandig optages Damp i Fortættøren, saa maa Indsprøjtningen af koldt Vand uafbrudt vedblive. Denne Indsprøjtning bliver derfor ikke bevirket ved en Ventil, som afvejlende aabnes og lukkes, men ved en Hane, hvis Aabning rettes efter Mængden af det kolde Vand, som er nødvendigt til Dampens Fortætning. Anvendes Damp af ringe Spændighed, saa udfordres mindre afkjølede Vand, end naar der bruges Damp af høi Spændighed. I det ene Tilfælde vil Indsprøjtningens-Hanen derfor være mindre aaben, end i det andet. Mængden af det afkjølede Vand vil ogsaa rette sig efter den Grad af Hastighed, med hvilken Maskinen arbejder; thi jo større denne Hastighed er, desto hurtigere vil Dampen strømme fra Cylinderen i Fortættøren, og da den samme Dampmængde fordrer den samme Mængde af afkjølede Vand, saa maa Tilstrømningen af dette Vand staae i Forhold til Maskinens Hastighed. Ved den dobbeltvirkende Maskine bliver Indsprøjtningens-Hanen bevæget ved et Haandgreb, eftersom Maskinmesteren finder det nødvendigt for Maskinens Virksomhed.

Denne Forandring i Dampens Virkning paa Stæmpet gjorde det nødvendigt at forandre Stæmpelstangens Forbindelse med Ballancen paa en dermed overensstemmende Maade. I de enkeltvirkende Maskiner trak Stæmpelstangen den ene Ende

af Ballancen ned ved Stæmplet's Nedgang, og blev ved dets Tilbagegang, optrukken af denne. Der var derfor anbragt en Kjæde imellem Stæmplet og Ballancen, hvilken gik ud fra Enden af Stæmpelstangen og virkede paa den buesformige Ende af den ene Arm af Ballancen. Men da nu den mechaniske Virkning ikke mere bestod i at trække, hvortil en Kjæde kunde anvendes, men der udfordredes en stødende eller skydende Bevægelse, saa var Kjæden ikke mere anvendelig. I den dobbelt virkende Maskine trækker Stæmpelstangen vel endnu stedse Ballancen under Nedgangen og forsaavidt vilde en Kjæde have været tilstrækkelig til at frembringe den her udfordrede Bevægelse; men ved Stigningen trækker Ballancen ikke Stæmpelstangen, men skydes op af denne, og en saadan Bevægelse vilde ikke kunne meddeles ved en Kjæde. Derfor man vilde anvende en Kjæde paa denne Maade ved den dobbeltvirkende Maskine, som ikke har nogen Modvægt i den modsatte Ende af Ballancen, saa maatte Kjæden slappes under Stæmplet's Stigning, og Ballancen vilde ikke bevæges opad. Det var derfor nødvendigt at anbringe en saadan mechanisk Forbindelse imellem Stæmpelstangen og Ballancen at denne, ved Stæmplet's Nedgang, kunde trækkes af Stæmpelstangen, og ved dets Tilbagegang skydes op af denne.

I denne Hensigt vilde Watt i Begyndelsen forene Stæmpelstangen med en Tandstang, som skulde gribe ind i den buesformige Ende af Ballancen, saaledes som Fig. 15 viser. Havde hans forbedrede Dampmaskiner ikke udfordret nogen videre Nøiagtighed i deres Bevægelser og Indretning, end de atmosfæriske Maskiner, saa vilde dette vel have været tilstrækkeligt; men ved disse Maskiner var det uundgaelig nødvendigt, at Stæmpelstangen havde en blød og lige Bevægelse igjennem Stophøsningen i det Øverste af Cylinderen, fordi den ved enhver Rystelse eller Uregelmæssighed løsnedes, saa at der enten undveeg Damp, eller trængte Luft ind igjennem den. Stæmpelstangen maatte fuldkommen passe til Stophøsningen, for at bevæges med den fornødne Nøiagtighed i Cylinderen. Under disse Omstændigheder var Indretningen af en tandet Skydestang uanvendelig, da det var umuligt ved saadanne Midler at give Stæmpelstangen en saa blød og jævn Bevægelse, som var fornøden. Senere kom Watt paa den Tanke, at forbinde den øverste Ende af Stæmpelstangen

med en Bjelke, der skulde gaae ud over Ballancen, og at anvende to Kjæder, af hvilke den ene skulde gaae fra den øverste Ende af denne Bjelke til den nederste Ende af den bukførte Deel af Ballancen, og den anden fra den nederste Ende af Bjelken til den øverste Deel af Ballancen. Ved denne Indretning vilde den sidstnævnte Kjæde trække Ballancen ned ved Stæmpelstangs Nedgang, den førstnævnte derimod trække den opad, naar det vendte tilbage. Denne Opfindelse blev ikke bestormet af hiin berømte Mechanisme, som man senere kaldte Parallel-Bevægelsen, een af de meest sindebrige mechaniske Combinationer, som Dampmaskinens Historie har at opvise.

Man vil have bemærket, at det kom an paa at forbinde Stæmpelstangen med den ene Ende af Ballancen ved et Midtdel, som ikke var bøieligt, og at indrette Mechanismen saaledes, at medens Ballancens Endepunkt gjorde en kredsførmig Bevægelse op og ned, bevægede den dermed forbundne Ende af Stæmpelstangen sig ligeledes op og ned i en lige Retning. Blev Stæmpelstangen forbunden med Ballancen ved en Tap, uden videre Forbindelse, saa maatte den, da den blev bevæget op og ned i en Cirkelbue, afvejlende bøies fra den ene Side til den anden, og derfor enten brække eller arbeide sig løs i Stopbøsningen. Istedetfor at forbinde Stæmpelstangen umiddelbar med Ballancen ved en Tap, foretrak Watt en Forbindelse ved bevægelige Stænger, som ere anbragte paa en saadan Maade, at naar Enden af Ballancen gjør en Cirkelbevægelse op og ned, forandres Stængerne Stilling saaledes, at den Ende, der er forbunden med Stæmpelstangen, ikke afviger fra en lige Linie.

Vi ville nu see, hvorledes han i denne Hensigt forbandt tre Stænger med hinanden.

AB og CD (Fig. 16) ere to Stænger, som bevæges paa faste Lapper, eller Midtpuncterne A og C. En tredje Stang BD er forbunden med disse ved Lapper i dens Endepuncter B og D, og Stængerne ere stillede saaledes, at naar AB og CD ere horizontale, maade BD være i en lodret Stilling, og AB og CD af lige Længde. Antage vi, at der er en Stift i P, nøiagtig i Midten af Stangen BD, og at Stangen AB bevæges op og ned, ligesom Ballancen i en Dampmaskine i den i Figuren fremstillede Bue, saa maa Stangen CD, efter den Maade, hvorpaa Stængerne ere forbundne, ligeledes blive bevæget op og ned i den anden Bue. Under

saadanne Omstændigheder maa, efter Watt's Idee, Stiften **P** bevæges op og ned i en lodret lige Linie.

Hvor vanskelig endog det første Udkast til denne Mechanisme maa have været, saa er dog let at indsee, at den tilsigtede Virkning derved vil frembringes. Stiger Stangen **AB** til den øverste Ende af Buen, saa viger Punktet **B** lidet tilhøire, og paa samme Tid bevæges Punktet **D** noget tilvenstre. Da nu Endepuncterne af Stangen **BD** paa samme Tid blive bevægede i modsatte Retninger, saa vil Stiften i dens Midtpunct slige lige opad, idet den ene Ende af Stangen stræber ligesaa meget at trække den tilhøire, som den anden tilvenstre. Bevæges Stangen **AB** til den nederste Ende af Buen, saa vil Stangen **CD** paa lignende Maade blive bevæget til den nederste Ende af dens Bue. Punktet **B** vil da blive rykket lidet tilhøire, og Punktet **D** tilvenstre, og af samme Grund som forhen, vil Punktet **P** i Midten hverken blive bevæget tilhøire, eller tilvenstre, men lige nedad.

Watt troede at opnaae sin Hensigt, naar det lykkedes ham at lade Ballancen gjøre samme Bevægelse som **AB** (Fig. 16) og at forbinde dermed to andre Stænger **CD** og **DE**, idet han forbandt den øverste Ende af Stæmpelstangen med Midten af Stangen **DB**. Den practiske Anvendelse af dette Princip gjorde nogle Forandringer nødvendige, men Udførelsen er ligesaa skøn, som Ideen er sindrig. Indretningen er fremstillet paa den Arm af Ballancen, som bevæges af Stæmplet i Fig. 17. Da Ballancen bevæges paa sin Arel **C**, saa bevæges ethvert Punct af dens Arme i en Cirkelbue, hvis Midtpunct er **C**. **B** er et Punct, der deler Armen **AC** i lige Dele **AB** og **BC**, og **DE** er en lige Stang af lige Længde med **CB**, der bevæges om det faste Midtpunct eller Tappen **D**. Den ene Ende af denne Stang **E** er ved en lige Stang **BE** forbunden med Punktet **B** ved Tapperne **B** og **E**, paa hvilke Stangen **BE** bevæges frit. Naar Ballancen afvejlende bevæges paa sin Arel **C**, saa vil Punktet **B** bevæges op og ned i en Cirkelbue, af hvilken **C** er Midtpunctet, og til samme Tid bevæges Punktet **E** i en lignende Cirkelbue om Punktet **D**, som Midtpunct. Efter den allerede givne Forklaring, vil det midterste Punct **F** i Stangen **BE** bevæges i en lige Linie op og ned.

Stangen **AG**, af samme Længde, som **BE**, er forbunden med Enden **A** af Ballancen ved en Tap, paa hvilken den bevæges frit, og dens Endepunct **G** er forbundet med **E**

ved en Stang GE , af samme Længde, som AB , der bevæges paa Tapperne G og E .

Da AG ved denne Indretning steds er parallel med B E , saa ville Puncterne CA og G aldeles staae i lige Forhold til Puncterne CB og F med Undtagelse af at Systemet CAG er dobbelt saa stort som CBF , idet CA har den dobbelte Længde af CB og AG den dobbelte Længde af BF ; og det er selvfølgelig klart, at hvilken Retning ogsaa Punctet F tager, følger Punctet G en lige Linie^{*)}, men bevæges dobbelt saa hurtigt. Men da Punctet F , som allerede er viist, bevæges op og ned i en lige Linie, saa maa Punctet G ogsaa bevæges i en lige Linie, men dobbelt saa langt^{**)}.

Ved denne Indretning bliver saavel Stæmpet i Dampcylinderen som Luftpumpen sat i Bevægelse; Pumpestangen er forbunden dermed ved Punctet F , og Stæmpelstangen ved Punctet G .

Denne skønne Opfindelse, ustridig en af de lykkeligste, som vi skylde Watt's mechaniske Genie, viser os med hvilken Lethed en practisk Mechanikers Aand, ligesom instinctmæssig, kan frembringe Resultater, som Theoretikeren ikke vilde opnaae, uden ved de meest forviklede mathematiske Analyser. Da Watt blev spurgt af Nogle, hvis Beundring hans Opfindelse havde vækket, til hvilken Række af Forskninger han kunde hense fore den, svarede han, at han ikke erindrede sig nogen; Tanken var, uden foregaaende Forskninger, som et Lyn traadt frem for hans Aand; han var selv bleven forundret over at hans Opfindelse ved den virkelige Udførelse var saa fuldkommen, og ved Synet af det fuldbendte Værk havde de behagelige Kølser, som opstaae ved den første Betragtning af en andens Opfindelse, pttret sig hos ham.

Ogsaa denne Opfindelse af Watt og andre, som vi skylde

*) Der indtræder her Principet for Pantographet. Puncterne CF og G ligge aabenbart i den samme lige Linie, da $CB:CA=BF:AG$, og de sidste Linier ere parallelle. Antager man C som det fælleds Omdrejningspunct for Puncterne F G , saa vil radius vector af det ene steds være det dobbelte af den tilsvarende radius vector af det andet. Disse Buer ere altsaa liig hinanden og parallelle.

**) Det er ikke nødvendigt, at Stangerne, som frembringe Parallelbevægelsen, have de Forhold, hvilke vi have givet dem. Der gives forskjellige Forholde, som ere passende hertil, hvilket man kan lære af de practiske Værker over Dampmaskinen.

ham, vare, som det synes, sande Ekabeller af hans naturlige Genie, hvilket kun lidet blev understøttet af Erfaring, og aldeles ikke ved videnskabelig Dannelse. Han havde tilsyneladende heller ikke som Mechaniker, nogen practist Færdighed og Deeltog ikke i Forsærdigelsen af de første Modeller af hans egne Opfindelser. Hans Bopæl laae en Mil fra Fabrikken i Soho, hvor han ikkun kom en Gang ugentlig, for at opholde sig i det høieste en halv Time.

55.

Da der paa denne Maade var fundet et fuldkomment Middel til at meddele Ballancen Stæmplets afværlende Bevægelse, blev Brugen af en Modvægt til at hæve Stæmplet opgivet, og Ballancen bragt i Ligevægt paa dens Midtpunct. Det, som derefter skulde opnaaes, var at forplante Ballancens afværlende Bevægelse til et Maskinerie, og dertil er en vedvarende omdreieende (roterende) Bevægelse den nyttigste. Opgaven var altsaa ved den afværlende Bevægelse af den ene Arm af Ballancen at give en Axle en omdreieende Bevægelse. Watt valgte dertil i Begyndelsen en Krumtap, som var forbunden med Ballancen ved en Jernstang. Lad K være Midtpunctet eller Axlen, som skal bevæges af Maskinen, og meddeles en omdreieende Bevægelse ved Ballancen CH . Paa Axlen K befæstes en Krumtap KI , saa at, naar KI dreies om Midtpunctet K , maa Hjulet tillige bevæges. En Forbindelsesstang HI , der bevæges frit paa Tapper, befæstes til Puncterne H og I . Naar Enden H bevæges op og ned ad, saa vil Krumtappen KI dreies om dens Midtpunct K , og Axlen, der ligeledes dreies om samme Midtpunct, gives en vedvarende omdreieende Bevægelse. De forskjellige Stillinger, som Forbindelsesstangen og Krumtappen KI erholde under en Omdreining, ere angivne i Fig. 18.

56.

Dette var Watt's første Forsøg til at frembringe en vedvarende omdreieende Bevægelse ved Ballancens Svingninger, og denne Maade bruges nu ialmindelighed. En Arbejder i Watt's Fabrik, som saae Modellen, meddeelte Ideen til en vis Washborough i Bristol, der forekom Watt i at erhverve et Patent, og omendkjøndt Opfinderen havde med Fordeel kunnet optræde derimod, saa vilde han dog ikke inblade sig i Stridigheder, men opgav Tanken, og udfandt et andet Middel til at

frembringe den samme Virkning, hvilket han kaldte Sol- og Planet-Hjulene. Disse brugte han indtil Washborough's Patent var udløben, da han igjen gik over til at anvende Krumtappen.

Det tandede Hjul B (Fig. 19) er befæstet til Enden af Forbindelsesstangen, saa at det ikke kan bevæges om sin Arel. Tænderne i dette Hjul gribe ind i et andet Tandhjul A, som skal meddeles en omdreieude Bevægelse; og dette bevæges af Hjulet B, som dreier sig om A, ved Virkningen af den af Ballancen bevægede Forbindelsesstang III. Hjulet A kaldes Sol-Hjulet og B Planet-Hjulet. Denne Opfindelse, omend skjøndt den i det Væsentlige staaer tilbage for den mere simple Krumtap, er dog ei heller uden Fortrin. Vi ville kun nævne at Solhjulet erholder en dobbelt Hastighed; thi ved Krumtappen bliver ikkun frembragt en Omdreining om Arel ved en Omdreining af Krumtappen, men ved Sol- og Planet-Hjulene erholdes to Omdreininger af Solhjulet ved en Omdreining af Planet-hjulet, og saaledes vindes der ved samme Bevægelse af Ballancen en dobbelt Hastighed. Dette vil være indløsende ved at lægge Mærke til, at naar Planet-hjulet har naaet sin høieste Stilling, indgriber dets nederste Tænder i Solhjulets øverste Tænder; og kommer det i den nederste Stilling, saa gribe Planet-hjulets øverste Tænder i de nederste Tænder i Solhjulet, men da har Planet-hjulet, med den halve Deel af dets Tænder, omdreiet Solhjulet, og dette vil altsaa, medens Planet-hjulet bevæges fra det øverste til det nederste og tilbage til det øverste Punct, have gjort to Omdreininger. Noget Eftertanke over denne Bevægelse vil gjøre den mere tydelig, end det er muligt ved en Beskrivelse. Den Fordeel at frembringe en større Hastighed lader sig ogsaa opnaae ved den mere simple Krumtap, naar man sætter et tandet Hjul paa dens Arel.

Foruden de større Bekostninger, som ere forbundne med Indretningen af Sol- og Planet-Hjulene, ere de let udfatte for at beskadiges under Gangen, og Tænderne slides hurtig. Man har derfor ogsaa fundet dem mindre hensigtsmæssige, end Krumtappen, som nu ogsaa ganske har fortrængt dem.

57.

Enten man anvender en simpel Krumtap eller Sol- og Planet-Hjulene, saa bliver der dog ved den vedvarende omdreieude Bevægelse endnu en Uanskelighed af en egen Slags at over-

vinde. Der gives nemlig to Stillinger i hvilke Dampmaskinen ikke kan meddele Krumtappen nogen Bevægelse. Dette er Tilfældet, naar Forbindelsesstangen og Krumtappen ere i en og samme lige Linie; og man vil let indsee dette. Antager man at Ballancen, Forbindelsesstangen og Krumtappen ere i den Stilling, som Fig. 17 angiver, da vil Dampen, naar den indlades over Stæmplet, stræbe at trække Punctet H og Forbindelsesstangen lige opad; men det er klart, at i den nærværende Stilling hvori Forbindelsesstangen og Krumtappen IK ere, kan den Kraft, som stræber at trække Punctet I i Retningen IK aldeles ikke bevæge IK om Midtpunctet K, og blot udøve et Tryk paa Axlen, eller dens Tapleie.

Vi ville videre antage, at Krumtappen og Forbindelsesstangen ere i Stillingen HIK (Fig. 18) og, at Stæmplet selvfølgelig har naaet Bunden af Cylinderen. Trykker nu Dampen Stæmplet opad, saa bliver Tappen H og Forbindelsesstangen HI trykket nedad, og dette Tryk vil stræbe at drive Krumtappen IK i Retningen IK. Det er klart, at en saadan Kraftanvendelse ikke kan drive Krumtappen om dens Midtpunkt K, og ikke kan udøve nogen anden Virkning, end et Tryk paa Axlen eller Tapleiet.

I begge disse Stillinger kan Dampmaskinen altsaa ikke virke paa Krumtappens Omdreining. Hvorledes vil det nu være muligt at hæve denne Vanskelighed, som opstaaer i Maskinen to Gange under hver Omdreining, naar de Stillinger indtræde i hvilke den virkende Kraft ikke kan have nogen Indflydelse paa Krumtappens Bevægelse? Legemer stræbe, naar de sættes i Bevægelse, at fortsætte den, indtil den standses ved en modvirkende Kraft, og det er denne Stræben, som hæver den Vanskelighed, der opstaaer ved Krumtappen. Ved den Hastighed, som den har erholdt, medens Ballancen virker paa den, vil den nemlig komme ud af den Stilling, i hvilken den fremdrivende Kraft ikke kan bevæge den. Uagtet den omdreivende Bevægelse tildeels vedligeholdes ved denne Omstændighed, bliver den dog uregelmæssig, da Maskinens Bevægelse er meget langsom under Overgangen, ved de nævnte to Stillinger, i hvilken den ikke kan bevæge Krumtappen, og derimod i de Stillinger, som ere meest fjærnede fra hine, samt hvor Ballancens Virkekraft er størst, meget hurtig. Naar Krumtappen overgaaer fra enhver af de Stillinger, hvori Maskinens Virkekraft er størst, til de i hvilke denne Kraft aldeles taber sig, da

bliver den stedse formindsket, saa at Krumtappen virkelig drives ved en foranderlig Kraft og derfor frembringer en lignende Bevægelse. Man vil let indsee dette, naar man betragter de Stillinger, i hvilke Krumtappen og Forbindelsesstangen HI efter hinanden indtræde, og som Fig. 18 viser. Sine varierende Bevægelser ere særdeles skadelige, naar Dampmaskinen skal drive et Maskinerie. For at afhjælpe denne Omstændighed benyttede vi de allerede nævnte Egenskaber ved Legemer, nemlig deres Stræben efter at vedligeholde den dem engang meddeelte Bevægelse. Et stort Jernhjul, kaldet Svinghjulet, stilles paa Krumtappens Arel (Fig. 17) og omdreies ved denne. Dette Hjul gjør Bevægelsen eensformig, som meddeles ved Ballancens Virkning paa Krumtappen, da denne Virkning er tilstrækkelig til at give Svinghjulet en eensformig Hastighed, og ved dette Hjuls Stræben efter at vedligeholde den erholdte Hastighed erholder det en, for alle practiske Anvendelser, tilstrækkelig eensformig Gang.

Men kun under to Betingelser vil denne Eensformighed vedvare: for det første naar Damptilstrømningen fra Kjedlen er eensformig, og for det andet, naar Maskinen stedse har den samme Modstand at overvinde, eller stedse benyttes til et eensformigt Arbeide. Bliver Damptilstrømningen forøget, saa vil Støemplets Bevægelse fremskyndes, og Svinghjulet ligeledes erholde en større Hastighed; ved en formindsket Damptilstrømning vil den derimod aftage. Men naar Modstanden eller Arbeidet formindskes og Damptilstrømningen bliver uforandret, saa vil Hastigheden tiltage; da den virkende Kraft har mindre Modstand at overvinde; bliver derimod Modstanden eller Arbeidet forøget, saa vil Svinghjulets Hastighed formindskes, fordi den bevægende Kraft har en større Modstand at overvinde. For at tilvejebringe en eensformig Hastighed under alle Forandringer af Arbeidet eller Modstanden, er det nødvendigt at Damptilstrømningen reguleres i Forhold til Modstanden, saa at den, ved den mindste Forandring i Hastigheden, forøges eller formindskes, for stedse at holde Maskinen i en eensformig Gang.

58.

En af de meest interessante Dele af Dampmaskinen er den Indretning, som Watt opfandt i dette Diemed. En Indretning, kaldet Regulatoren, var ikke alene længe bleven anvendt i Møllerne, for at give Møllestenene en eensfor-

mig Gang, men ogsaa brugt til andre Maskinværker. Watt fandt paa en sjon Anvendelse af dette Middel til at styre Dampmaskinen. I Røret, som leder Dampen fra Rjedlern til Cylinderen, anbragte han en tynd, kredsformig Plade saaledes, at naar den dannede en ret Vinkel med Røret, blev det næsten lukket, saa at kun en ringe Deel eller ingen Damp kunde strømme igjennem, men naar Pladens Rand fulgte Rørets Retning, var der ingen Hindebring for Dampens Tilstrømning. Pladen var saaledes indrettet at den blev bevæget paa en Arel, som gik igjennem Rørets Midtpunct, og udenfor dette ved et Haandgreb. Efter de Stillinger, som man gav den, kunde mere eller mindre Damp strømme igjennem. Blev den stillet saaledes, at Randen fulgte Rørets Retning, saa var Damptilstrømningen stærk, vendte derimod Pladen imod Dampen, saa strømmede der mindre igjennem, og ved de Stillinger, som man gav denne Ventil, kunde, som det synes, en større eller ringere Dampmængde, efter Behag, indlades i Cylinderen.

Efter den Indretning man havde i Begyndelsen, skulde Maskinmesteren stille Ventilen med Haanden, og, naar Maskinen gik for hurtig, formindste Damptilstrømningen ved tildeels at lukke Ventilen; var derimod Bevægelsen for langsom, skulde han aabne den og lade mere Damp indstrømme. Watt var ikke tilfreds dermed; efter hans Onske skulde Maskinen selv forrette dette Arbeide med større Regelmæssighed, end en Arbejder var istand til, og i dette Viemed brugte han den omhandlede Regulator. Denne Indretning er fremstillet i Fig. 17; L er en lodret Arel paa hvilken Hjulet M, med en Fure, er befæstet. En Snor om Svinghjulets Arel gaaer tillige om Furen i Hjulet M. Ved denne Snor vil Svinghjulets Omdreining sætte Hjulet M. og Arelen L i Bevægelse, og den Hastighed, hvormed det ene Hjul bevæges, vil saaledes give det andet en større eller mindre Hastighed. To tunge Metalkugler NN ere befæstede paa Enderne af de ved O med den staaende Arel forbundne Stænger, som fra dette Punct strække dem til QQ. Med disse Stænger er ved QQ forbundet to andre QR, som ere befæstede til en Metalring, der kan bevæges frit op og ned paa den staaende Arel. Denne Ring er forbundet med en Løstestang, der bevæges om Punctet S, samt ved en Række af Løstestænger med Ventilen T. Naar Svinghjulets Hastighed meget forøges, vil den staaende Arel omdreies med stor Hastighed og Kuglerne NN, formedelst Centrifugalkraften, bortffjernes fra Midtpunctet, tilligemed de

Stænger, hvortil de ere befæstede, og da disse ved de to øverste Stænger Q R ere forbundne med den bevægelige Metalring, der er anbragt paa Axlen, bliver den saaledes draget nedad. Derved bliver den ene Ende af Løstestangen, som bevæges paa S, ligeledes neddraget, og da den anden Ende selvfølgelig hæves og Bevægelsen saaledes meddeles Ventilen T, bliver denne tildeels lukket, hvorved Damptilstrømningen forhindres. Formindskes derimod Svinghjulets Hastighed, saa nærme Ruglerne sig igjen Axlen, og idet de modsatte Virkninger indtræde, bliver Damptilstrømningen forøget og Hastigheden igjen tilveiebragt.

Denne Indretnings Fortrinlighed bestaaer deri, at ved enhver Stilling, hvori Ruglerne endog maatte komme, er den Hastighed, med hvilken Regulatoren ombreies, næsten uforandret, og deri bestaaer dens hele Virksomhed som Regulator. Dens regulerende Kræfter ere indskrænkede og kun derfor anvendelige under ringe Forandringer af Hastigheden. Man vil let indsee, at for en saadan Hastighed, som enten vilde bringe Ruglerne til de yderste Endepuncter af deres Svingningskreds, eller tilbage til deres Hvilepuncter, vilde Regulatoren ikke være anvendelig.

Vi have nu beskrevet Hoveddelene i den dobbelt virkende Dampmaskine og gaae derefter over til Ventilerne, samt den Maade, hvorpaa de bevæges.

Syvende Afsnit.

Dobbelt virkende Dampmaskine.

(Fortsat.)

59.

Watt erholdt i Aaret 1782 et Patent paa de forskjellige, forhen beskrevne, Forbedringer. Maskinen blev stedse mere berømt, da det var bekjendt, at man ved Hjelp af Svinghjulet, Krumtappen og Regulatoren kunde benytte den i Fabrikkerne. Dens Bevægelser bleve ved disse Indretninger styrede med den største Noagtighed, saa at den næsten ubegrænsede Kraft, som den udøvede, var saa nøie reguleret, som Gangen i et Uhr. Der gives ingen Fabrik, i hvilken Dampmaskinens Kraft ikke er anvendelig, lige fra den, ved hvilken der spindes de fineste Traade eller væves de fineste Væve, indtil den, der hæver den overordentligste Bægt eller maa beseire en overordentlig Modstand. Saamange Forbedringer Dampmaskinen end har erholdt i den senere Tid, saa kan det dog ikke nægtes, at dens væsentlige Fuldkommenheder, og hine Egenskaber, ved hvilke den har frembragt saamange overordentlige Virkninger, der føles i den hele cultiverede Verden, skuldes en eneste Mands overlegne Aand, en Mand, som hverken var i Besiddelse af Rang, Rigdom eller de Fortrin, som Dannelsen giver, til at kunne træde frem paa en saadan Maade, som ofte er nødvendig, ikke alene for at skaffe Geniets Frembringelser Anerkjendelse, men ogsaa at udbrede dem.

Ventilernes Bevægelse i den dobbelt virkende Dampmaskine har mange Gange beskæftiget Mechanikernes Opfindelsesaand. Mange heldige Ideer ere derved fremkomne, men ogsaa her har Watt's Opfindelsesevne forekommet hans Efterkommere, og hans Angivelser blive næsten almindelig anvendte. Men for at forstaae Virkningerne af de forskjellige Ventil-Systemer, som vi skulde beskrive, maae vi erindre os paa hvilken Maade Dampen indledes i Cylindren og igjen udlades af samme. Naar Stæmplet er i det Øverste af Cylindren, saa udlades Dampen under Stæmplet i Fortætterren, medens der fra Rødslen strømmer Damp ind foroven i Cylindren. Er Stæmp-

let paa Bunden af Cylinderen, saa strømmer Dampen over det i Fortætteren, og der indledes da Damp fra Kjedlen under Stæmpet.

I Watt's ældre Maskiner skeete dette ved fire Ventiler, som parviis bleve aabnede og lukkede. I den øverste Deel og i Bunden af Cylinderen var der anbragt Ventil-Kamre, hvilke ved Rør stode i Forbindelse saavel med Damprøret, der udgaaer fra Kjedlen, som med Fortætteren. Ethvert Ventil-Kammer indeholdt altsaa to Ventiler, af hvilke den ene indlod Dampen i Cylinderen, og den anden udlod den i Fortætteren. Ventilene i den øverste Deel af Cylinderen kaldes den øverste Damp-Ventil og den øverste Udladnings-Ventil, i den nederste Deel, den nederste Damp-Ventil og den nederste Udladnings-Ventil. I Fig. 17 er A' den øverste Damp-Ventil, B' den øverste Udladnings-Ventil, hvilken, naar den aabnes, udlader Dampen fra Cylinderen i Fortætteren; C' er den nederste Damp-Ventil, som indlader Damp under Stæmpet, og D' den nederste Udladnings-Ventil, som udlader Dampen under Stæmpet i Fortætteren.

Vi ville nu antage, at Stæmpet er i det Øverste af Cylinderen og denne fyldt med Damp under Stæmpet, hvilken har dreven det op. Den øverste Damp-Ventil A' og den nederste Udladnings-Ventil D' ere aabne, de tvende andre Ventiler lukkede. Dampen, som fylder Cylinderen under Stæmpet, vil strax strømme igjennem D' i Fortætteren, og derved frembringes et lufttomt Rum under Stæmpet. Paa samme Tid strømmer der Damp igjennem Ventilen A' over Stæmpet og driver det nedad. Naar det er kommet til Bunden af Cylinderen, saa bliver den øverste Damp-Ventil A' og den nederste Udladnings-Ventil D' lukket, den nederste Damp-Ventil C' og den øverste Udladnings-Ventil B' aabnet. Dampen i Cylinderen strømmer over Stæmpet igjennem B' i Fortætteren og frembringer et lufttomt Rum over Stæmpet. Paa samme Tid strømmer Dampen fra Kjedlen igjennem den nederste Damp-Ventil C' ind under Stæmpet, som derved drives til det Øverste af Cylinderen, og saaledes fortsættes Stæmpets Bevægelse.

Man seer heraf, at den øverste Damp-Ventil og den nederste Udladnings-Ventil maae aabnes paa engang, naar Stæmpet naaer det høieste Punct i Cylinderen. For at bevirke dette, er en Løstestang E' ved Stænger sat i Forbindelse med hine tvende Ventiler, og denne Løstestang bliver bevæget

ved en Tap paa Luftpumpens Stæmpelstang. Tappen kan gives en saadan Stilling, at den nøiagtig frembringer den tilsigtede Virkning i det rette Dieblis. Paa samme Maade er en anden Løstestang F' ved Stænger forbunden med den øverste Udladnings-Ventil og den nederste Damp-Ventil, saa at de samtidig aabnes og lukkes, og denne Løstestang bliver ligeledes bevæget ved en Tap paa Luftpumpens Stæmpelstang.

60.

Istedetfor denne Maade at forbinde og bevæge Ventilerne, anvendte man en anden, paa hvilken Murray i Leeds fik et Patent, men det blev dog fortrængt af Watt og Bolton idet de beviste, at de allerede tidligere havde udsørt den angivne Opfindelse. Den er fremstillet i Fig. 20 og 21. Ventil-Stængerne bevæges lodret i en damptæt Bøsning i den øverste Deel af Ventil-Kammeret. Stangen i den øverste Damp-Ventil A er et Rør, igjennem hvilket Stangen i den øverste Udladnings-Ventil B bevæges damptæt. Begge disse Stænger bevæges ogsaa damptæt igjennem det Øverste af Ventil-Kammeret. Den nederste Damp-Ventil C og Udladnings-Ventilen D ere anbragte paa samme Maade. Stangen i den første er et Rør, igjennem hvilket den anden Ventilstang bevæger sig. Stængerne i den øverste Damp-Ventil og den nederste Udladnings-Ventil ere forbundne ved Stangen E, ligesom den øverste Udladnings-Ventil og den nederste Damp-Ventil ved en anden Stang F. Disse Stænger kunne derfor parviis bevæge Ventilerne, naar de skulle aabnes eller lukkes. Bevægelsen, hvorved Ventilerne styres, udgaaer ikke fra Stangen i Luftpumpen, men fra Evinghjulets Arel. Denne Arel bevæger den saakaldte eccentricke Skive. Vi ville nærmere forklare Principet for denne Bevægelse. DE (Fig. 22 og 23) er en Metalring, hvis indre Overflade er aldeles glat. Denne Ring er forbunden med en Stang FB, som bevæger Ventilerne ved Løstestænger, hvilke ere forbundne med den ved B. En kredsformig Metalfkive er saaledes anbragt i Ringen, at den kan bevæges i denne, og de indre Overflader, som imellem Ringen og Skiven staae i Berørelse med hinanden, gøres fliglige med Olie eller Fidt. Hsin runde Metalfkive dreier sig dog ikke om dens Midtpunct, men om Arelen C, som er noget fjernet fra Midtpunctet A. Ifølge heraf bevæges Ringen, i hvilken Skiven omdreies, afvejlende i modsatte Retninger og igjennem et

Rum, der er to Gange saa stort som Afstanden (CA) af Skivens Arel fra dennes og Ringens fælleds Midtpunct. Den eccentricke Skive viser Fig. 22 og 23 i dens tvende yderste Stillinger. Skiven og Ringen DE befæstes paa Svinghjulets Arel, eller paa Arelen af et andet Hjul, som bevæges af Svinghjulet. Svinghjulets vedvarende ombreiende Bevægelse giver Stangen FB en frem og tilbagegaaende Bevægelse. Denne Stang er ved Løstestænger forbunden med Stængerne E og F (Fig. 20 og 21), hvorved Ventilerne blive saaledes bevægede, at, naar den eccentricke Skive er i den Stilling, som Fig. 22 angiver, bliver et Par Ventiler aabnet og det andet lukket, og saasnart den kommer i Stillingen Fig. 23, aabnes det andet Par, medens det første lukkes. Ved en lignende Indretning blive Ventilerne nu bevægede næsten overalt.

Vi ville nu antage, at Stæmplet er hævet til det Øverste af Cylinderen (Fig. 20), Stangen E hævet, Ventilerne A og D aabnede, B og C lukkede. Dampen strømmer fra Dampkrøret gennem en Aabning umiddelbar over Ventilen A, gaaer igjennem den aabne Ventil og træder over Stæmplet ind i Cylinderen. Paa samme Tid strømmer Dampen, efter at have drevet Stæmplet op, igjennem den aabne Ventil til D og et umiddelbar derunder værende Rør i Fortættteren. Der vil nu frembringes et lufttomt Rum under Stæmplet; Dampen trykker oven paa det, og driver det derved ned. Kommer det til Bunden af Cylinderen (Fig. 21), saa bliver Stangen E trukken ned og Ventilerne A og D falde igjen i deres Leie. Hæves Stangen F blive Ventilerne B og C aabnede. Dampen strømmer nu igjennem en Aabning over Ventilen C og kommer under Stæmplet, medens den Damp, som er foroven, gaaer igjennem den aabne Ventil B i et Rør, som leder til Fortættteren. Der vil saaledes frembringes et lufttomt Rum over Stæmplet, og da Dampens Tryk virker forneden, saa stiger det opad. Den afvejlende Op- og Nedgang fortsættes ved den Bevægelse, som Svinghjulet meddeeler Stængerne EF.

61.

Der gives forskjellige andre Indretninger til at lede Dampens Indstrømning i Cylinderen. Vi see i Fig. 24 og 25 en Gjennemsnit af den af Murray angivne glidende Ventil, eller, som den ialmindelighed kaldes, Glideren. Det fra

Rjedlen udgaaende Damprør træder ved S i Ventil-Kammeret DE. Krumme-Gange AA og BB forbinde Ventil-Kammeret med den øverste og nederste Deel af Cylinderen, og en fjerde Gang leder til Røret C, som ender sig i Fortætteren. Et bevægeligt Stykke Metal aabner hverdviis en Forbindelse imellem begge Ender af Cylinderen og Røret C, som leder til Fortætteren. Ved Apparatets Stilling i Fig. 24 strømmer Dampen fra Damprøret igjennem den krumme Gang AA over Stæmplet, og paa samme Tid afledes Dampen under Stæmplet igjennem den krumme Gang BB i Røret C, og fra dette til Fortætteren. Derved opstaaer et lufttomt Rum under Stæmplet, medens Dampen indlades foroven. Stæmplet gaaer nu ned, og naar det har naaet Bunden af Cylinderen kommer Glideren i den i Fig. 25 angivne Stilling. Dampen strømmer derved fra S igjennem BB under Stæmplet, og den foroven værende Damp gaaer igjennem AA og C i Fortætteren. Over Stæmplet frembringes derved et lufttomt Rum, medens Dampen virker fornedet og driver det opad, og Bevægelsen fortsættes saaledes. Glideren bevæges ved en Løstestang, paa hvilken den eccentricke Skive virker.

62.

Watt angav et Middel til at lede Dampens afværende Indstrømning, som han kaldte D-Ventilen eller den D-dannede Glider, fordi det horizontale Gjennemsnit af denne Ventil lignede Bogstavet D. Denne Indretning, som nu meget bruges, viser i et Gjennemsnit Fig. 26 og 27. Ved S strømmer Damp ind fra Rjedlen. En Stang forbinder to Metalstykker AB, som bevæges dampstæt i Gangen D. I Apparatets Stilling Fig. 26 strømmer Dampen fra S igjennem Gangen D og træder ind i Cylinderen over Stæmplet, medens Dampen fornedet udlades i Fortætteren igjennem Aabningen i Røret C. Derved opstaaer et lufttomt Rum under Stæmplet, som nu, da Dampen strømmer ind foroven, drives ned. Er det kommet til Bunden af Cylinderen, saa bevæges Glideren AB i den i Fig. 27 angivne Stilling. Der strømmer nu Damp ind fra S igjennem D og træder ind i Cylinderen under Stæmplet, medens Dampen foroven, som har drevet det ned, gaaer igjennem den aabne Gang i Fortætteren. Over Stæmplet frembringes derved et lufttomt Rum og Damptrykket fornedet driver det opad. Er det i det Øverste af Cylinderen, saa bliver Stillingen af AB igjen forandret, som Fig.

26 viser, og frembringes derved samme Virkning, som foroven er beskrevet, idet Stæmpet nedtrykkes og saaledes fremdeles.

Glideren AB bevæges ved Løftestænger op og ned, hvilken Bevægelse meddeles igjennem den eccentricke Eklive.

Denne Indretning bliver ofte forandret derved, at man leder Dampen, efterat den er indstrømmet over Stæmpet, igjennem et Rør, der forbinder Metalstykkerne, i Fortættøren. I Fig. 28 og 29 ere disse Metalstykker forenede ved et saadant Rør. I den i Fig. 28 angivne Stilling gaar den ved S indstrømmende Damp igjennem Røret i Cylindren over Stæmpet, medens den forneden værende Damp udlades i Fortættøren igjennem C. Der opstaaer derved et lufttomt Rum under Stæmpet, og dette drives da ned ved Dampens Tryk. Er det kommet til Bunden af Cylindren, saa erholder Glideren den i Fig. 29 angivne Stilling. Dampen træder nu ind i S og strømmer i Cylindren under Stæmpet, medens den foroven værende Damp strømmer i Fortættøren igjennem C. Over Stæmpet frembringes derved et lufttomt Rum, og det drives derpaa opad af den Damp, som er indstrømmet under Stæmpet. Naar det er kommet til det Øverste af Cylindren, saa er Glideren i den i Fig. 28 angivne Stilling, og idet lignende Virkninger indtræde, gaar Stæmpet igen tilbage.

Denne Glider kan, ligesom de tidligere Indretninger, bevæges ved den eccentricke Eklive. Undertiden bevæges den ogsaa ved et Fremspring paa Luftpumpens Stæmpelstang. Ved Stæmplets Nedgang griber Fremspringet i en Tap paa Gliderstangen og driver den ned; ved dets Tilbagegang hæves Glideren ved Indgribning af et lignende Fremspring*).

*) Som bekjendt, er der den væsentlige Ufuldkommenhed ved den Dannede Glider, at den alene ved Hamppakninger trykkes imod de tilsvarende Sidesflader paa Cylindren, og at Gangene for Dampens Udstrømning tildeels dannes ved disse Pakninger. De maa derfor ofte eftersees og faststrues, thi dersom Glideren ikke bevæger sig damptat, vil Dampen undvige igjennem Pakningerne og Maskinens Kraft derved formindskes. Den fulde Anvendelse af denne er sølgelig, for en stor Deel, ahangig af Maskinmesterens Opmærksomhed og Erfaring i at pakke Glideren saaledes, at den stedse bevæges damptat. Dette udfordrer megen Paapasselighed og Omhyggelighed, og da det, isærbeleshed paa lange Søreiser, er vanskeligt at forebygge, at Dampen ikke trænger igjennem Pakningerne, spildes ofte en stor Mængde Damp, hvor-

Som en Indretning, der udmærker sig ved Fiolighed og Sempelhed, fortjener den saakaldte Fire-Gangs-Panen at

ved Kulforbruget betydelig forøges. Da Glideren paa store Maskiner, isærdeleshed naar den er kold, er meget svær at bevæge ved Haandkraft, paafe Maskinmestrene den ofte ikke stilstrækkelig, for at kunne med Lethed bevæge den, naar Maskinen skal sættes igang, eller dens Bevægelse forandres. Man kan derfor antage, at den sjelden er saa tæt, at Dampen ikke kan trænge igjennem Pakningerne. Til disse udfordres desuden en temmelig betydelig Deel Damp, og da det er nødvendigt, at Glideren bestandig holdes slidrig, maa hertil anvendes en stor Mængde Talg.

For at afhjælpe disse Mangler have Hr. Seawards anbragt fire Glidere paa en saadan Maade, at de alene holdes imod de tilsvarende Sideflader paa Cylinderen ved Dampens Tryk. Ved to af disse Glidere indlades Dampen verelviis paa den ene Side af Cylinderen, og udlades igjen ved to andre paa den modsatte Side. Som Fig. 30 viser, ere de øverste og nederste Glidere forenede ved Stanger, der træde igjennem de i Figuren angivne Stopbøsninger, og ved disse Stanger bevæges Glideren paa samme Maade som de almindelige Glidere.

Efter hvad der i det engelske Mechanic's Magazin for Marts Maaned d. A. er anført om disse forbedrede Glidere, have følgende Fordele viist sig ved et treaarigt Forsøg:

1. De fordre ikkun ringe eller næsten ingen Opmærksomhed.
2. De bevæges med Lethed, da ikkun Dampens Tryk hviler paa dem.
3. De udfordre ikke nogen Mobvægt, da de to Glidere, hvorved Dampen indlades, holde de to Andre, hvorved den udlades, i Ligevægt.
4. De glide sig steds fuldkommen tætte.
5. De Maskiner, hvorpaa de ere anbragte, ere fuldkommen sikrede for de farlige Følger af, at der ved Dampens Fortætning sammendrynger sig Vand i Cylinderen, thi de to Glidere, hvorved Dampen indlades, virke nemlig i slige Tilfælde som en Sikkerhedsventil, idet Vandet trykker Glideren tilbage og gaaer derefter igjennem Dampprøret ind i Kjedlen.

Foruden de nævnte væsentlige Fordele kan man ogsaa ved disse Glidere benytte Dampens Udvidskraft. Maskineriet bliver vel her ved noget mere compliceret, men Fordelene ved at anvende Dampen paa denne Maade ere, som bekjendt, saa store, isærdeleshed paa lange Søreiser, at denne Omstændighed ikke kan komme i Betragtning. Saaledes som denne Opfindelse er fremstillet i Fig. 30, vende Stopbøsningerne til de Stanger, hvorved de øverste Glidere bevæges, nedad, men da det ikke er nødvendigt at forene disse med de nederste, kunne de øverste Stopbøsninger, ved en

nævnes. Et Gjennemsnit af denne Hane see vi i Fig. 31 og 32. CTSB ere fire Gange eller Rør; S leder fra Rjedlen og indlader Damp; C, ligeover for denne, leder til Fortætteren; T er et Rør, der staaer i Forbindelse med den øverste Deel af Cylindren, og B danner en Forbindelse med Bunden af Cylindren. Disse fire Rør staae i Forbindelse med en Hane, med to krumme Gange; saaledes som Fig. 31 og 32 viser. Disse Gange ere saaledes dannede, at de, efter den Hanen givne Stilling, kunne aabne en Forbindelse med to af de fire forhen nævnte Rør. Er Hanen i den i Fig. 31 angivne Stilling, saa er der en Forbindelse imellem Dampprøret og det Øverste af Cylindren igjennem en af de krumme Gange, og imellem Fortætteren og det Nederste af Cylindren igjennem den anden krumme Gang. I dette Tilfælde strømmer Dampen under Stæmplet i Fortætteren, danner et lufttomt Rum, og derpaa indlades Damp fra Rjedlen over Stæmplet. Det gaaer derfor ned, og naar det har naaet Bunden af Cylindren, bringes Hanen i den i Fig. 32 angivne Stilling. Denne Forandring bevirkes ved at dreie Hanen en Hjerdedeel, enten ved en Løstestang, som bevæges af den eccentricke Skive, eller ved en anden Indretning. En af de krumme Gange i Hanen aabner nu en Forbindelse imellem Dampprøret og Bunden af Cylindren, medens der ved den anden aabnes en Forbindelse imellem Fortætteren og det Øverste af Cylindren. Paa denne Maade bliver Dampen ledet fra Rjedlen under Stæmplet, medens den Damp, som er indladt foroven, strømmer i Fortætteren. Der opstaaer derved et lufttomt Rum over Stæmplet, og idet Dampen virker forneden, stiger det opad. Er Stæmplet kommet til det Øverste af Cylindren, saa bliver Hanen dreiet tilbage, og erholder da igjen den i Fig. 31 angivne Stilling. De samme Virkninger indtræde, Stæmplet gaaer ned og saaledes gaaer det fremdeles. I Fig. 33 og 34 er Fjeregangs-Hanen fremstillet i en større Maalestok med de til Cylindren foroven og forneden ledende Gange.

forandret Mechanisme, vendes opad, ligesom de nederste. Denne Opfindelse er iøvrigt saa simpel, at man, ved at kaste et Blik paa Figuren, let vil kunne gjøre sig bekendt med den, og en nøiere Forklaring er derfor formeentlig unødvendig.

Dversæt. Anm.

Denne skønne Indretning er ikke nogen ny Opfindelse. Allerede Papin kjendte den, og den tydske Mechaniker Leupold meddeelte en Beskrivelse af denne Indretning i et 1720 udkommet Værk*), i hvilket han taler om en Maskine, som bevæges ved Damp af høi Spændighed, efter et Princip, som vi nærmere skulle beskrive.

Man har indvendt imod Firegangs-Hanen at den Dampmængde, som fylder Rørene imellem Hanen og Cylinderen, spildes ved ethvert Stæmpelslag; at de forskellige Gange og Rør ikke let kunne gøres staa store, at Dampen uhindret kan indstrømme og at Dampen i Kjedlen maa have en ualmindelig Spændkraft, for at kunne overvinde den store Modstand, som den lider ved at passere saamange snevre Kanaler. Men en af de væsentligste Indvendinger imod Anvendelsen af Firegangs-Hanen, isærdeleshed i store Maskiner, er, at den er udsat for et ulige Slid. Da de Dele, som ere i Nærheden af Dampgangen, have mindre Overflade, saa lide de mere ved Gnidningen, og inden kort Tid trænger Dampen derfor imellem Hanen og dens Hylster, hvorved den forødes og skader det lufttomme Rum. Man anvender sjelden disse Haner i Maskiner med lavt Tryk, undtagen i smaae Maskiner, men hyppig i Høitryks-Maskiner, da det, som vi nærmere skulle see, er mindre skadeligt, at Dampen trænger igjennem Hanen i disse Maskiner.

*) Theatrum Machinarum.

Ottende Afsnit.

Rjeden og dertil hørende Indretninger, samt Ildstedet.

64.

Dampmaskinens regelmæssige Virkning og Besparelsen af Brændselsforbruget er fornemmelig afhængig af Rjedens Indretning. Den er et stort Dampmagazin for Maskinens Brug, og der maa derfor sørges for, at den ikke alene stedse indeholder en tilstrækkelig Dampmængde, men at Dampen ogsaa har de behørigte Egenskaber; det vil sige, den bør hverken have en højere eller ringere Spænding, end der gjøres fornødent. Man maa derfor træffe saadanne Foranstaltninger, at Dampudviklingen staaer i nøie Forhold til hvad der skal udrettes med Maskinen, og at Dampen strømmer i samme Forhold i Cylinderen. Til Opnaaelsen af dette Viemed er der fremkommet flere meget findrige Opfindelser, som vi nu ville beskrive.

65.

Fra Tid til anden er der angivet forskellige Indretninger til at vise Vandets Høide i Rjeden. Vi have allerede tidligere (see 31) beskrevet de i de ældre Dampmaskiner anvendte tvende Proverør, som endnu stedse ere almindelige. Der gives dog ogsaa andre Indretninger, som fortjene vor Opmærksomhed. En i Vandet halv neddykket Vægt F (Fig. 35) bæres af en Jerntraad, som gaar damptæt igiennem en lille Åbning i det Øverste af Rjeden og er forbunden med en Snor eller Kjæde, der løber om et Hjul W, forsynet med en Modvægt A, som netop er tilstrækkelig til at holde den halv neddykkede Vægt i Ligevægt. Dersom F hæves over Vandet, saa bliver A lettere og kan ikke længer holde Ligevægt; synker F saa trækker den A opad og dreier Hjulet W. Dykkes F dybere i Vandet, saa erholder derimod A Overvægt og trækker F opad. Kun naar F er halv neddykket, sættes den i Ligevægt med A. Hjulet W er saaledes indrettet, at naar to i dets Rand befæstede Lapper PP' ere i en horizontal Stilling, saaledes som i Fig. 35, har Vandet sin behørigte Høide. Naar Vandet stiger over denne Høide, saa bliver F

hævet, men A synker, og Lapperne PP' komme i den Stilling, som Fig. 36 angiver. Gælder derimod Vandet, saa synker F og A stiger, hvorved Lapperne komme i den i Fig. 37 angivne Stilling, og denne viser saaledes ialmindelighed Vandets Høide i Rødlen.

En anden Indretning bestaaer i at anbringe et Glasrør (Fig. 38), som strækker sig med den ene Ende T over den behørigte Vandhøide i Rødlen, og med den anden T' under den. Det er indlysende, at Vandet vil stedse have samme Høide i Røret, som i Rødlen, da Rørets nederste Ende er aaben og Vandets Overflade i Røret er udsat for Trykket af den samme Damp som Vandet i Rødlen. Denne Indretning og den sidstnævnte Probevægt have det Fortrin at de stedse, uden nogen foregaaende Foranstaltning, angive Vandets Høide, hvorimod Provehanerne — Vandhanen og Damphanen — maae aabnes, naar man vil undersøge Vandets Høide.

Men disse Undersøgelser fordrer en bestandig Opmærksomhed af Ofsigtsføreren, og det blev derfor ønskeligt at erholde mere virksomme Midler til at vække hans Opmærksomhed, eller at gjøre Rødlen's Forsyning uafhængig deraf. I den Hensigt at henvende Ofsigtsføreren's Opmærksomhed paa at forsyne Rødlen med Vand, naar dets Høide ved Fordampning, er bleven for lav, anbringer man undertiden et Rør paa det laveste Punct, hvortil Vandet maa synke i Rødlen. Dette Rør ledes fra Rødlen til Ofsigtsføreren's Locale, hvor det ender sig i et Mundstykke eller en Pibe, saa at, naar Vandet synker under det Punct, hvorpaa Røret er anbragt, strømmer Dampen med Hæftighed igjennem det og vil saaledes med en stærk Lyd vække Ofsigtsføreren til at gjøre sin Pligt.

66.

Selv ved de virksomste af disse Indretninger maatte Ofsigtsføreren forsyne Rødlen med Vand, og den gav i det høieste kun et Blik om Trangen til en nye Forsyning. Dette havde, iblandt andre Uleiligheder, til Følge, at Vandets Høide stedse var underkastet Afvejlinger. For at forebygge dette er der opfundet en Indretning, ved hvilken Maskinen selv forsyner Rødlen. Røret G', som fører fra det varme Vands Pumpe (see 52), ender sig i den lille Beholder C (Fig. 39), der optager Vandet. I Bunden af denne Beholder er anbragt en Ventil A, som aabnes opad, og er forbunden med et Rør, der strækker sig ned i Rødlen under Vandets Overflade. Stangen i Ventilen V er forenet med en Vægt-

stang, der bevæges om Midtpunctet D og bærer en Vægt F, som er dykket i Vandet i Kjeblen paa samme Maade som i Fig. 35, ballanceret af Modvægten A. Falder Vandet i Kjeblen, saa synker paa samme Tid Svømmeren F, og idet den trækker Armen E af Vægstangen ned, hæves Ventilen V, saa at Vandet i Beholderen kan flyde i Kjeblen. Er Kjeblen paa denne Maade forsynet, og Vægstangen gaaet tilbage i sin forrige Stilling, saa stiger F igjen og Ventilen V lukkes ved Vægten A. I Praxis bliver Ventilen V styret ved Vandets Virkning paa Vægten F, saa at Vandet fra Beholderen C kan flyde i Kjeblen i en saadan stadig Strøm, som er tilstrækkelig til at erstatte det fordampede Vand, og derved forebygge, at Vandets Høide ikke forandres.

Ved denne meget hensigtsmæssige Indretning forsyner Kjeblen sig selv med Vand, eller rettere, bliver saaledes forsynet, at det ikke synker under den bestemte Høide, hvilket en Opmærksomhed, med den største Opmærksomhed, ikke vilde kunne forebygge. Dog er dette ikke den eneste gode Virkning af denne Indretning. En Deel af Dampen, der egentlig er undvegen af Kjeblen, og har opfyldt sin Bestemmelse ved at bevæge Stæmplet, er ved Fortætning igjen bleven forvandlet til Vand og ved Luftpumpen kommet i det varme Vands Beholder (see 47), hvor den vender tilbage til den Kilde, fra hvilken den er udgaaet, idet den ligesom forbereder den Deel af sin Varme, som ikke er forbrugt til atter at passere igjennem Maskinen.

Den hele Mængde af det i Beholderen C pumpede varme Vand udfordres ikke altid til Kjebdens Forsyning. Der bør derfor anbringes et Afledningsrør, for enten at bortføre det oversflødige Vand, eller at lede det i en Beholder, for at afkøles, førend det vender tilbage til den kolde Beholder (Fig. 14), saafremt der mangler Vand til at forsyne denne.

Paa saadanne Steder, hvor det er nødvendigt at spare paa Vandet, kunne Afledningsrørene fra Beholderen C (Fig. 39) og den kolde Beholder, som indeholder Fortættelsen og Luftpumpen, ledes til en Beholder AB (Fig. 40). C er her et Rør fra Beholderen med Forsyningsvandet og D et Rør fra den kolde Beholder. Disse Rør lede det oversflødige Vand fra begge Beholdere i AB. I Bunden af AB er anbragt en Ventil V, som aabnes opad, og er forbunden med Svømmeren F. Stiger Vandet i Beholderen AB, saa hæves Svømmeren F, hvorefter Ventilen V aabnes, saa at Vandet flyder i

Hovedrøret, der leder det for Maskinen nødvendige Vand. G er et Rør fra det kolde Vands Pumpe, der forsyner Beholderen AB.

Denne Indretning til at bespare det fra Forsynings- og Fortætnings-Beholderen afledede Vand er anbragt i Trykkeriet i den irlandske Bank, og er derved forebygget en betydelig Forøvelse.

67.

Det er stedsfærdigt at have et bekvemt Middel til at udfinde Styrken af den for Maskinen fornødne Damp. I dette Viemod bliver et krumt Rør, der er fyldt med Qviksølv, anbragt saaledes paa Apparatet at det staaer i Forbindelse med Dampen. Det anbringes ialmindelighed i den saakaldte Trøie om Cylinderen (see 47). Lad ABC (Fig. 41) være et saadant Rør. Dampens Tryk driver Qviksølvet ned i den ene Green AB og op i den anden BC. Staaer Qviksølvet lige høit i begge Grene, saa maa Dampens Tryk være aldeles ligt Atmosfærens, fordi Dampens Tryk paa Qviksølvet i AB holder Ligevægt med Atmosfærens Tryk paa Qviksølvsøilen i BC. Naar derimod Qviksølvet i BC staaer høiere, end i BA, saa vil Dampens Tryk overveie Atmosfærens. Denne Overvægt lader sig udfinde, naar man iagttager Qviksølvet's forskellige Høider i Rørerne BC og BA, og regner et Tryk af et Pund paa hver Kvadrattomme for hver to Tommer af Forskjellen imellem begge Høider.

Skulde derimod Qviksølvet i BC staae dybere end i AB, saa vil Atmosfærens Tryk være stærkere end Dampens Tryk, og Overvægtens Størrelse kan udfindes paa samme Maade.

Er Røret af Glas, saa vil Forskjellen af Høiderne være sønlig; men ialmindelighed gjøres det af Jern, og til at angive Qviksølvet's Høide sættes en Træpind i den aabne Ende af Røret BC, saa at den Deel af Pinden, der er i Røret, angiver Qviksølvet's Afstand fra Rørets Munding. Man kan ogsaa, istedetfor Grenen AB, bruge en Kugle ligesom i de almindelige Barometre. Dette Instrument kaldes Spændkraftmaaleren.

Vil man benytte det til at maale Spændkraften af Dampen, som virker paa Stæmplet, saa maa det anbringes paa samme Side af Regulator-Ventilen, (see 58), som Cylinderen; thi var det paa samme Side som Rjeblen, saa vilde det ikke angive de Forandringer, som Dampen undergaaer ved at strøm-

me igjennem Regulator=Ventilen (Fig. 17) naar denne tildeels er lukket.

68.

Den Kraft, med hvilken Stæmplet nedtrykkes, beroer paa to Omstændigheder: 1). paa Dampens virkelige Spændkraft, som virker paa Stæmplet, og 2) paa Spændigheden af den Damp, som modvirker det. Omendkjøndt det lufttomme Rum, som tilveiebringes ved Virkningen af den særskilte Fortætter, er langt mere fuldkomment, end det der blev tilveiebragt i den atmosfæriske Maskine, saa vil der dog stedse opstige nogen Damp af ringe Spændkraft fra det varme Vand paa Bunden af Fortætteren. Spændkraftmaaleren, som vi have beskrevet, angiver, hvor stærk det ene af hine tvende Tryk er; men førend vi beregne den Kraft, hvormed Stæmplet gaar ned, er det nødvendigt at forviise os om Kraften af den Damp, som ikke er fortættet, og som derfor modstaaer Stæmplets Bevægelse. Et andet Instrument, kaldet Barometret eller Lufttrykmaaleren, bruges i dette Viemed. Et Glasrør AB (Fig. 42), som er over 30 Tommer langt, og aabent i begge Ender, stilles lodret med den nederste Ende B i Qviksølv=Beholderen C. Paa den øverste Ende er befæstet et Jernrør, som staaer i Forbindelse med Fortætteren, i hvilken der er et luftomt Rum, eller rettere, en i høi Grad fortyndet Luft. Der vil da ogsaa være et luftomt Rum i Glasrøret AB over Qviksølvs Standpunkt, og det atmosfæriske Tryk paa Overfladen af Qviksølvet i Beholderen C vil drive Qviksølvet op i Røret AB, indtil det naaer en Høide, som svarer til Forskjellen imellem Atmosfærens Tryk og Trykket af den Damp, som ikke er fortættet. Forskjellen imellem Qviksølvsøilen i Lufttrykmaaleren, og det almindelige Barometer bestemmer Spændkraften af den Damp, som ikke er fortættet, naar man regner en Kraft liig et Pund paa hver Kvadrattomme for hver to Tommer Qviksolv af den Forskiel, der er imellem begge Søiler. I en vel construeret Dampmaskine, som holdes i god Orden, er der kun en ringe Forskiel imellem Lufttrykmaaleren og det almindelige Barometer.

At udregne den Kraft, hvormed Stæmplet gaar ned, er derfor en saare simpel Beregning. Først maales Forskjellen af Høiden i Spændkraftmaaleren, der viser Overvægten af Dampens Tryk over Atmosfæren. Derefter undersøger

man. Høiden af Dvifselvægt i Lufttrykmaaleren, der viser det atmosfærifke Tryk's Overvægt over den Damp, som ikke er fortættet. Blive nu begge disse Høider sammenlagte, saa erhoder man Overvægten af Dampens virkende Kraft paa den ene Side af Stæmplet over Modstanden af den Damp, som ikke er fortættet paa den Anden, og .dette viser den virkelige Drivekraft. Regner man nu et Pund for hver to Tommer Dvifselv af de nysnævnte Soiler, saa erhoder man Dampens Tryk paa hver Kvadrattomme af Stæmplet, udtrykt i Pund. Har man fundet det Antal Kvadrattommer, Stæmplet indeholder og multipliceret disse med Trykket paa hver Kvadrattomme, udtrykt i Pund, saa erhoder man den hele virkende Kraft, med hvilken Stæmplet bevæges.

I Beregningen af Maskinens Kraft kan man dog ikke ansee den saaledes beregnede hele Kraft for den virkelig arbejdende Kraft. Der udfordres en større, og ingenlunde en mindre Kraft til at bevæge Maskinen, endogsaa naar den ikke arbejder. Men denne større Kraft, som er nødvendig til at overveie Gnidningsmodstanden og andre Hindringer, maa man fradrage, og kun bygge Beregningen paa den virkelig arbejdende Kraft.

Alf alt hvad vi have anført, følger, at for at kunne beregne den virkelige Kraft, hvormed Stæmplet drives, er det nødvendigt at tage Hensyn saavel til Lufttrykmaaleren som Spændkraftmaaleren. Denne dobbelte Beregning kan undgaaes, naar en Kraftmaaler opfyldte begge Niemed. Dersom den ene Ende C af Spændkraftmaaleren (Fig. 41), istedetfor at være i Berørelse med den atmosfærifke Luft, var forlænget og forenet med Fortætteren, saa vilde den angive Trykket af Dampen, som virkede paa Dvifselvægt i Røret BA, og tilsvarende Trykket af den Damp, som ikke er fortættet, og som virker paa Dvifselvægt i Røret BC. Forskjellen imellem Høiderne af Dvifselv-Soilerne i Rørene viser derfor strax Differencen imellem Dampkraften og Kraften af den Damp, som ikke er fortættet, hvilken er den virkelige Kraft, som driver Stæmplet.

69.

For at fikkre Rjædlen imod Bessadigelfer, som kunne opstaa ved altfor høit spændt Damp, anvender man en Sikkerheds-Ventil, som ligner den, der er beskrevet ved Papin's Dampmaskine. Den er belastet med en Vægt, der svarer til den Kraft, som Dampen skal have over Atmosfærens

Tryk, da man endogsaa i Lavtryks-Maskinen anvender Damp, hvis Tryk noget overstiger Atmosphærens.

Foruden denne Ventil bruges undertiden en anden i et aldeles modsat Niemed. Naar man standser Maskinen og lukker Ilden, frembringer den fortættede Damp et lufttomt Rum i Kjeblen, saa at Atmosphæren, som trykker paa dens ydre Overflade, stræber at sammenpresse den. For at undgaae dette, anbringer man en Ventil saaledes, at den aabnes indad, og naar den nu aabnes ved Atmosphærens Tryk, fordi der indvendig er et lufttomt Rum, saa strømmer Luften ind og bringer Ligevægt imellem det indre og ydre Tryk.

70.

Vi have allerede viist, hvorledes Regulatoren styrer Dampens Tilstrømning fra Kjeblen i Cylinderen, i det den lader indstrømme en Dampmængde, der svarer til Maskinens Arbejde, og derved vedligeholder en eensformig Bevægelse. Da der nu ved Dampforbruget indtræder Forandringer, som ere afhængige af den Virkning Maskinen skal afgive, saa følger deraf, at Dampens Udvikling ogsaa maa underkastes en forholdsmæssig Forandring; thi ellers vilde Kjeblen enten ikke forsyne Maskinen med en tilstrækkelig Mængde Damp, eller Dampen maatte sammenbynge sig i Kjeblen, fordi der blev udviklet en alt for stor Mængde, som ubenyttet vilde undvige igjennem Sikkerheds-Ventilen. Skal nu Dampens Udvikling forandres i Forhold til hvad Maskinen kræver, saa er det nødvendigt, at rette Ildens Virkning eftersom Dampudviklingen skal forøges eller formindskes. At opnaae dette ved Trykpasserens Opmærksomhed vilde være umuligt, men ved en høist findrig Opfindelse regulerer Kjeblen sig selv i denne Henseende. Lad T (Fig. 43) være et paa den øverste Deel af Kjeblen befæstet Rør, som næsten naaer til Bunden. Dampens Tryk paa Vandets Overflade i Kjeblen driver Vandet op i Røret T, indtil dets Høide holder Ligevægt med Dampens Tryk i Kjeblen. En Vægt F, tildeels nedsænket i Vandet i Røret, hænger i en Kjedde, som gaaer over Hjulene PP', og holdes i Ligevægt af en Jernplade D, ligesom Svømmeren i Fig. 35, ved Vægten A. Pladen D gaar igjennem Munden af Luft-Kanalen E under Kjeblen, saa at den, naar den synker, lukker Kanalen, hvorved Ilden, som nu faaer mindre Lufttræk, vil brænde svagere. Bliver derimod Pladen hævet, saa forøges Lufttrækket, Ilden bliver mere virksom, og

Dampudviklingen i Kjedlen derved forøget. Antage vi nu at Kjedlen udvikler mere Damp, end Maskinen forbruger, enten fordi dens Arbeide formindskes, og Dampforbruget derved forholdsmaessig bliver formindsket, eller fordi Jlden er for stærk, saa vil heraf følge, at Dampen, som begynder at sammenbunke sig, vil trykke paa Vandets Overflade med en forøget Kraft, og at det stiger i Røret T. Bægten F vil derfor hæves, Pladen D gaae ned, Kanalen lukkes, Jlden blive svagere og Dampudviklingen formindskes, indtil Kjedlen ikkun leverer den Mængde Damp, som Maskinens Arbeide kræver.

Er derimod Dampudviklingen ikke tilstrækkelig til at frembringe den Virkning, Maskinen skal afgive, enten fordi dens Arbeide er for svært, eller Jlden er bleven mindre virksom, saa taber Dampen i Kjedlen sin Spændkraft, og da Vandet derfor lider et mindre Tryk, vil det stige i Weiret, hvorved Overfladen i Røret T synker, Bægten F ligeledes og Pladen D stiger. Lufttrækket forøges ved Kanalens Åbning, Jlden bliver mere virksom og Dampudviklingen tiltager, indtil den er tilstrækkelig til den Virkning Maskinen skal afgive. Denne Indretning kaldes den selvstyrende Dæmper.

71.

Man har bragt i Forslag at forbinde denne Dæmper med den af Ridder Edelkrantz opfundne Sikkerheds Ventil. En lille Cylinder af Messing befæstes paa Kjedlen, og forsynes med et Stæmpel, som bevæges deri uden stærk Gnidning, og næsten damptæt. Cylindren er lukket foroven og forsynet med en Åbning, i hvilken Stæmpelstangen bevæges, saa at Stæmplet ikke kan drives ud af Cylindren ved Dampens Tryk. Paa Siden af Cylindren er anbragt smaae Huller i ringe Afstand over hinanden. Stæmplet er belastet med en Vægt, som staaer i Forhold til Trykket af den udviklede Damp. Naar Dampen har erholdt den fornødne Spændkraft, saa vil den hæve Stæmplet op, og derefter undvige af den første Åbning. Naar Dampen ikke udvikles for hurtigt, og dens Tryk ikke tiltager, saa vil Stæmplet blive i denne Stilling; men forøges dens Spændighed, saa stiger Stæmplet over det andet Hul og vedbliver saaledes at stige, indtil Dampens Undvigelse igjennem Hullerne er tilstrækkelig til at holde Stæmplets Tyngde i Ligevægt med Dampen. Denne Sikkerheds-Ventil er fortrinlig anvendelig i saadanne Tilfælde, hvor der kræves Damp af eensformigt Tryk; thi Trykket vil

stedse være liig Stæmplets Vægt. Antager man, at Stæmplets Tværlinie svarer til en Kvadrattomme og at det er belastet med 10 Pund, dets egen Vægt iberegnet, saa maa Dampens Spændkraft, for at holde det i en eller anden Stilling i Cylinderten, enten nær ved Bunden eller ved den øverste Ende, stedse være liig et Tryk af 10 Pund paa Kvadrattommen. I denne Henseende ligner denne Indretning Regulatoren, som vi allerede have beskrevet, og den gjør Damptrykket eensformigt, ligesom Regulatoren gjør Maskinens Hastighed eensformig.

72.

Brændselbesparelsen afhænger for en stor Deel af Ildstedets Anlæggelse, uafhængig af Virkningerne af de Indretninger, som vi allerede have beskrevet. Ildstedet er anbragt under Rkjedlen, og da den atmosfæriske Luft strømmer igjennem det antændte Brændsel, saa vil dertil kunne føres en tilstrækkelig Mængde Suurstof, for at vedligeholde en levende Flamme, hvilken ved Lufttrækket drives i en Canal, der gaaer to eller flere Gange om Rkjedlen, i umiddelbar Berørelse med den, og endelig i Skorstenen. Flammen trækker igjennem Ildgangen, saa at den virker paa alle Dele af Rkjedlen, som staae i Forbindelse med hiin, og ophører først ved at gaae over i Skorstenen, undertiden først ved Udgangen af denne, at være synlig som Flamme.

Den tykke, sorte Røg, som opstiger fra Skorstenen, bestaaer af en Mængde Varmestof, der ikke er benyttet, og kan derfor betragtes som en Forøvelse af Brændslet. Iøvrigt er den i Luften udbredte Røg i store Fabrikstæder, hvor der er mange Ildsteder, skadelig for Sundheden og hindrende for Livets Behageligheder. Disse Omstændigheder have givet Anledning til at tænke paa Midler, ved hvilke Røgen, eller det forødede Varmestof selv forbruges af Maskinen, eller benyttes til et andet Viemed. Ialmindelighed søger man at opnaae dette ved at lægge Brændslet saaledes, at det fuldkommen forbrændes og ikke frembringer Røg; det bør derfor stedse holdes paa den Deel af Risten, som er nærmest ved Mundingen af Ildgangen. Paa denne Maabe opnaaer man, at Røgen, som opstaaer af de ufuldkommen forbrændte Kul, der ligge nær ved den forreste Deel af Risten, maa passere over den glødende Ild, førend den naaer til Ildgangen, i hvilken den derfor kun kommer i en flammende Tilstand. En Abning kaldet Donnhullet, leder til den forreste Deel af

Risten, og saavel denne Abning, som Risten selv, ere ialmindelighed hævede i en lille Vinkel, for at lette Brændslets Fremrykning under en fremstødende Forbrænding.

Naar der skal lægges friskt Brændsel paa Risten, saa lægger man det blot i Dønhullet. Her bliver det tildeels udsat for en Deel af Heden af de paa Risten brændende Kul, og nogenledes affvolet. Ildstedsdøren er forsynet med smaae Abninger, for at en lille Luftstrøm kan stryge derigjennem og drive Røgen, som er udviklet ved Affvoelingen af de friske Kul, over den glødende Ild paa Risten, hvorved Røgen forbrændes, gaaer over i Ildkanalen i Flamme, og saaledes omkrænger Kjedlen. Naar nu Ildstedet skal forsynes, saa aabnes Døren for Dønhullet og de derpaa lagte, tildeels affvoledede, Kul skydes hen paa den forreste Deel af Risten. I Begyndelsen, da Forbrændingen er usfuldkommen, endskjøndt den skrider hurtig fremad, opstiger der en tyk, sort Røg; men Luften, som strømmer igjennem Abningerne i Døren, fører Røgen over Ilden, og den gaaer derpaa i Flamme over i Ildgangen. Naar Døren igjen maa forsynes med Brændsel, ere de tidligere indkastede Kul fuldkommen forbrændte, og skydes derfor til den bageste Deel af Risten, førend der bringes andre Kul ind fra Dønhullet.

Abningerne i Ildstedsdøren ere forsynede med Dæksler, saa at Fyrpasseren, efter Behag, kan lade Luft strømme derigjennem. Ildstedets Virksomhed er, for en stor Deel, afhængig af en passende Indstrømning af Luften igjennem Dønhullet. Lader man indstrømme mindre Luft, end der er nødvendig til Kullenes vedvarende Forbrænding, saa bliver en Deel af Røgen ikke fortæret; indstrømmer der for meget, saa bliver Ildens Virkning svækket ved Kjedlens Afkjøling. Overveier man den beskrevne Fremgangsmaade, saa vil det let indsees, at det er aldeles umueligt at styre Lufttrækket saaledes, at det hverken bliver for stærkt eller for svagt. Aabnes Døren for Ildstedet, for at der kan indlægges friske Kul og de tidligere indbragte Kul skydes ind paa Risten, saa kan Fyrpasseren ikke mere styre Lufttrækket, og selv til andre Tider, naar Døren er lukket, kan man ikke forlade sig paa hans Ouelighed og Opmærksomhed. Disse Mangler have havt til Følge, at Dampmaskine-Gierne, istedetfor at spare Brændsel, have erholdt betydelige forøgede Omkostninger ved at anvende saadanne Ildsteder.

Brunton fra Birmingham henvendte sin Opmærksomhed paa denne Gjenstand og anlagte et Jldsted, som synes at være fri for de angivne Mangler. Han lægger Kullene kun i ringe Mængde og stedse i meget korte Mellemrum, af omtrent to eller tre Secunder paa Risten. Kullene lægges saaledes, at den udbiklede Røg maa stryge over den Deel af Risten, hvor Kullene ere i fuld Forbrænding og blive derved fortærede. Da Kullene blive eensformig indlagte i korte Mellemrum, saa er ogsaa Luftens Indstrømning eensformig, og kræver ingen Opmærksomhed fra Sprasserens Side. Kullene bringes paa Risten ved en Indretning, som af Maskinen selv bevæges, saa at Brændselforbruget retter sig efter Maskinens Arbejde, og den til Røgens Fortæring indstrømmende Luft bliver paa samme Maade reguleret. Døren for Jldstedet aabnes aldrig, undtagen for at rense Jlden. Rjedlen er derfor aldrig udsat for hine Temperatur-Usvælinger, som ere uundgaaelige ved de almindelige Jldsteder og meget skadelige for Rjedlen. Den eneste Opmærksomhed, som er nødvendig, bestaaer deri, at fylde Kulbeholderen hver anden eller tredie Time, og at rense Jlden, naar det gjøres fornødent. Kullene blive fuldstændigere fortærede, end paa det almindelige Jldsted, og alle Virkninger af at røre i Jlden, hvorved der stedse falder mange Kul i Afsekket, opnaaes uden at bevæge Kullene paa Risten. Saaledes beskriver Brunton selv Fordelene af hans Opfindelse. Hans Jldsted er en cirkelrund Rist, der hviler vandret paa en lodret Arel, som omdreies ved et Hjulværk, der bevæges af Maskinen. Man kan ogsaa omdreie den ved et Vandhjul, paa hvilket der ledes en Vandstrøm fra en Beholder, som Maskinen forsyner ved en Pumpe. Ved at regulere Vandets Tilstrømning, vil Hjulet blive omdreiet med større eller mindre Hastighed. I den Deel af Rjedlen, der er over Jldstedet, er der en Aabning, hvori er anbragt en Beholder, fra hvilken man bringer saamange Kul paa Risten, som der bruges efterhaanden. Den Indretning, hvorved Kullene bringes igjennem Beholderen, bliver ligeledes bevæget af Maskinen, og ved det samme Hjul, som omdreier Risten, saa at denne bevæges med en Hastighed, der staaer i passende Forhold til den Hurtighed, hvormed Kullene bringes fra Beholderen. Ved denne findrige Indretning blive Kullene stedse bragte i et lige tykt Lag paa Risten.

Vandtilstrømningen for Hjulet, som bevæger Risten og Indretningen i Kulbeholderen, reguleres ved en Hane, som staaer i Forbindelse med den selvirkende Dæmper. Bliver Dampen for hastig udviklet, saa formindskes Vandtilstrømningen, og paa samme Maade bliver ogsaa Brændselforsyningen formindsket og Risten omdreies mere langsom. Udvikles Dampen for langsomt for Maskinens Arbeide, saa indtræde modsatte Virkninger. Paa denne Maade forsynes Ildstedet med Brændsel i nøie Forhold til den Virkning Maskinen skal afgive. Beholderen kan gøres saa stor, at den kan indeholde Kul for en heel Dags Arbeide, og Ildstedet fordrer ikke andet Arbeide eller Tilsyn, end at Beholderen hver Morgen forsynes med Kul.

Fra Beholderen falde Kullene paa den Deel af Ildstedet, der er længst fjernet fra Ildgangen, og da der paa eengang ikkun falder en ringe Mængde, saa blive de strax antændte. Førend Antændelsen er fuldstændig, opstiger Røgen, som ved at stryge hen over den levende Kulild til Indgangen, forbrændes i en Flamme. Luft indlades igjennem dertil gjorte Abninger, og dens Mængde reguleres ved Dæmperen paa samme Maade som Forsyningen af Brændsel.

Denne fløjne Opfindelse har tydelige Fortrin fremfor det almindelige Ildsted. Ved de Indretninger, hvorved Forsyningen af Kul og atmosfærisk Luft bevirkes, spares Arbeide og Bekostning af Brændsel, og begge Dele afmaales efter Maskinens Virkning, uafhængig af menneskeligt Arbeide, og mere nøiagtig, end menneskelig Duelighed, eller Opmærksomhed formaaede.

74.

Dubham i Dublin har angivet en anden Indretning til et Ildsted, som synes at have større Fortrin, og er meget findrig. Han betjener sig af en lidet hævet Rist, i hvis nederste Ende bagved er anbragt en Canal og i den forreste, høiere Ende en Beholder til Kullenes Optagelse. I Bunden eller den snævre Ende af Beholderen, er anbragt en Skodde, som bevæges af Maskinen. Bliver denne Skodde trukken tilbage, saa kan nogle Kul falde ned paa en fast fremskuaende Flade, og naar Skodden vender tilbage, skydes Kullene hen paa Risten. Hver anden Stang i Risten er fast, men Mellemstængerne ere forbundne med Løstestænger, ved hvilke de

afværende bevæges op og ned*). Heraf følger, at Kullene blive stedse bevægede paa Ristestængerne, saa at de efterhaanden, ved deres egen Vægt, rykke fra Forsiden af Risten, til Baggrunden, hvorfra de endelig falde i Askehullet. Ved Indretningen af Ristestængerne ledes Lusten opad imellem dem, og strømer ligeledes igjennem de brændende Kul, saa at den virker ligesom en Blæsebælg, hvorved Ildens hele Overflade forenes som en eneste Flamme.

Disse Opfindelser, ved hvilke Dampmaskinen regulerer sig selv og forsyner sig med sine Fornødenheder, ere saa skønne, at de høiligen maae vække vor Beundring. Alt er her virkelig levende. Allerede længe førend Dampmaskinen havde opnaaet dens nuværende Fuldkommenhed, bemærkede Belidor, at den lignede et Dyr og at intet menneskeligt Arbejde nogensinde har nærmet sig saameget det virkelige Liv. Varme er Principet for dens Tilværelse. Rjeblen, fra hvilken den oplivende Vædske rigelig strømmer igjennem alle Rørene, træder istedetfor Hjertet, og naar Vædsken har forsynet de forskjellige Livs-Organer og afgivet sin Varme paa behørig Steder, vender den igjen tilbage til den Kilde, hvorfra den er udgaaet, for at forberede sig til en ny Circulation. Den fuldkomne Orden i dens Virksomhed viser Regelmæssigheden af dens Pulsslag. Den forskaffer sig sin Næring ved sit eget Arbejde, den udsøger de Dele, som ere meest passende til dens Underholdning, saavel i Henseende til Mængde som Besskaffenhed, og har sine naturlige Udtømmelser, hvorved alle unyttige og ikke nærende Dele afføres. Ofte lægger den selv sine Svagheder, og retter Uregelmæssighederne i sin Virksomhed, idet den lægger Egenskaber for Dagen, liig moralske Evner. Uden videre at ville forfølge Dampmaskinens Lighed med det virkelige Liv, berører Farey den endnu i nogle Henseender, i hvilke Ligheden træder frem paa en mærkelig Maade. „Vi maae lægge Mærke til, siger han, at de Forandringer, som findes i forskjellige Dampmaskiners Arbejde, hvilke ere byggede efter samme Principer, og arbejde under samme Omstændigheder, ere liig de, som et lige Antal Hestes

*) Brunton brugte, førend han opfandt den horizontale ombreieende Rist, bevægelige Stænger, men da han har opgivet dem, maa man antage, at han ikke har været saa heldig, med denne Plan, som med hiin. Oldham forsikrer, at hans Rist er brugt i flere Aar, uden at repareres, og at den har sparet ham meget Brændsel.

eller andre Dyr's Arbeide, naar det sammenlignes med den af dem fortærede Føde, er undergivet. De forskjellige Dampmaskiners Virkninger forandre sig saa meget efter Forskjelligheder i Forholdene af deres enkelte Dele, ligesom Dyrenes Kræfter efter deres Legemsbeskaffenhed, og saaledes vil der vise sig store Forskjelligheder i de samme Maskiners Arbeide, eftersom de ere i god eller slet Orden, deres enkelte Dele tætte og vel forsynede med Olie, saa at de bevæges med ringe Gnidning, ligesom et Dyr's Arbeide, eftersom det er i god eller slet Sundhedstilstand eller meget udmattet; men i alle disse Tilfælde vil der gives et Maximum, som ikke kan overskrides, og en Midelvirkning, som man tør vente at opnaae."

Niende Afsnit.

Maskiner med to Cylindre.

75.

Dampens Udvirkelse, som Watt benyttede i sin enkeltvirkende Maskine, idet han afspærrede Dampen, førend Stæmpellets Nedgang var fuldbendt, blev anvendt af Hornblower i Aaret 1781, og senere paa en eiendommelig Maade af Woolf. Hornblower fattede først den Tanke at lade en Maskine virke med to Cylindre af forskjellig Størrelse. Han lod Dampen strømme uhindret fra Kjedlen, indtil den lille Cylinder var fyldt, hvorpaa den gik over i den større Cylinder, og drev paa denne Maade to Stæmples. Hornblower's Fortættelse var, ligesom de Maskinen forøvrigt tilhørende Dele, ikke væsentlig forskjellig fra Watt's Indretninger, og det vil altsaa være tilstrækkeligt for vort Niemed, at beskrive den Maade, paa hvilken Stæmplesne bevæges af Dampen.

C (Fig. 44) er Midtpunktet af Ballancen, til hvis ene Ende er befæstet to buesformede Dele, hvorover gaae to Kjedder, der forene Ballancen med Stæmpelsstængerne. Afstanden af disse buesformede Dele fra Midtpunktet **C** maa være forholdsmæssig efter Cylindrenes Længde, saa at Ballancens Bevægelse svarer til Stæmpelslagene. **F** er et fra Kjedlen udgaende Damprør og **G** en Hane, igjennem hvilken Dampen strømmer over Stæmpleset i den lille Cylinder. Ved Røret **H** kan der igjennem Hanen **I** aabnes en Forbindelse imellem det Øverste og Bunden af den lille Cylinder. Røret **K** forbinder ved Hanen **L** Bunden af den lille Cylinder **B** med det Øverste af den store Cylinder **A**, og Røret **M** ved Hanen **N** det Øverste og Bunden af den store Cylinder. Røret **P** fører ved Udbladnings Hanen **O** til Fortættelsen.

Vi ville nu antage, at alle Hane ere aabne ved Begyndelsen af Maskinens Virkning, og at der strømmer Damp igjennem den hele Maskine, indtil Luften er aldeles uddreven, hvorefter alle Hane lukkes. Skal Maskinen begynde at virke, saa aabnes Udbladnings Hanen **O** og Damp-Haneerne **G** og **L**, som i Fig. 44. Dampen strømmer nu frit fra Kjedlen og

trykker paa Stæmplet i den lille Cylinder; paa samme Tid gaaer Dampen under Stæmplet i den større Cylinder i Fortættøren og danner et lufttomt Rum deri. Nabnes Hanen L, saa strømmer den Damp, som er under Stæmplet i den lille Cylinder, igjennem K og virker paa det større Stempel, som, da der er tilveiebragt et lufttomt Rum forneden, strax gaaer nedad. I Begyndelsen af Bevægelsen møder det mindre Stempel, ved den forneden værende Damp, en Modstand, som er liig Dampens Tryk foroven, men efterat dets Nedgang tilbeels er fuldenbt, gaaer den Damp, som er indstrømmet under det mindre Stempel, over i den større Cylinder, udvider sig her i et større Rum og taber derved forholds-mæssig i Spændkraft. Den Damp, som er indstrømmet over det lille Stempel beholder sin fulde Kraft, fordi den ved Hanen G har en fri Forbindelse med Rjedlen; dette Stempel bliver derfor bevæget ved en Kraft, liig Overvægten af Dampens Tryk over det formindskede Tryk af den udvidede Damp under Stæmplet. Naar Stæmplerne gaae ned, saa tiltager den Damp, som er imellem dem, stedse i Rumfang, og taber derved i Spændkraft, hvoraf følger, at den Kraft, som modvirker det mindre Stempel, stedse formindskes, medens den, som driver det ned, bliver uforandret, og den virkelige bevægende Kraft maa altsaa stedse tiltage. Men den Kraft, som driver det større Stempel imod det lufttomme Rum, formindskes stedse, da Dampen, som virker paa det, udvides stedse mere i Cylindren.

Antage vi nu, at de paa denne Maade bevægede Stæmpler ere komne til Bunden af Cylindrene, saaledes som i Fig. 45, Hanerne G, L og O lukkede, I og N aabne, da vil der ikke kunne strømme nogen Damp fra Rjedlen, eftersom G er lukket, og ei heller i Fortættøren, da O er lukket, og al Forbindelse imellem Cylindrene spærrer ved den lukkede Hane L. Naar Hanen I aabnes, bliver der en fri Forbindelse imellem den øverste og nederste Deel af den lille Cylinder igjennem Røret H, saa at der opstaaer et lige Tryk paa begge Sider af det lille Stempel, og dette bliver folgelig ligegyldigt mod Bevægelse. Nabnes Hanen N, saa opstaaer der en Forbindelse imellem det Øverste og Bunden af den større Cylinder, igjennem hvilken Dampen strømmer ind paa begge Sider af Stæmplet, og det kan derfor stige opad. En Modvægt, som er befæstet paa Pumpestangen, trækker Stæmplerne op, ligesom i Watt's enkeltvirkende Maskine, og naar de ere komne til det Øverste af Cylindren, blive Hanerne I og N lukkede, G, L

og O aabnebe, og Stæmplets Nedgang bevirkes da paa den Maade, som vi allerede have beskrevet.

Hæmterne bevæges af Maskinen selv paa samme Maade, som vi, i lignende Tilfælde, have angivet. Efter Beregning vil disse Maskiner omtrent udrette det samme som Watt's enkeltvirkende Maskiner. Det synes alligevel, at der ved de udforte Forandringer af Principet ikke er opnaaet nogen tilsvarende Fordeel, da man nu ikke mere bygger Maskiner af denne Slags.

76.

Anvendelsen af to Cylindre blev igjen forsøgt af Arthur Woolf i Aaret 1804. Han fik Patent paa at anvende Damp af høi Spændkraft i Maskiner med to Cylindre. Efter hans Angivelse vil han have fundet ved Forsøg, at Damp, der opstiger under en Sikkerheds-Ventil, som er belastet med de vist Antal Pund paa Kvadrattommen, virker med en Spændkraft, liig Atmosfærens Tryk, naar den kan udvide sig ligesaa mange Gange i Rumfang, som dens Tryk paa Kvadrattommen udgjør, udtrykt i Pund. Var f. E. Sikkerheds-Ventilen belastet med fire Pund paa Kvadrattommen, saa vilde Dampen, efter at have indtaget et firegange saa stort Rum, virke med samme Kraft, som Atmosfæren. Man maa i dette Tilfælde forudsætte, at Karret, i hvilket den har udvidet sig, har samme Temperatur, som Dampen havde, førend Udvidelsen.

Det lader sig vanskelig forklare, hvorledes en Mand med Woolf's Erfaring i Dampens praktiske Anvendelse, kunde foreledes til en saa grov Bilsfarelse, som indeholdes i hans Angivelser, hvilke bleve fremlagte, da han ansøgte sit Patent; og det er endnu mere uforklarligt, hvorledes de Forsøg ere blevne anstillede, som have ledet ham til Slutninger, der indeholde haandgribelige Modsigelser, og desuden ei lade sig forene med spændige Legemers Egenheder, hvilke dengang vare velbekendte. Vilde man antage, at Dampen ved ethvert Punds Vægt, som blev sæt til Sikkerheds-Ventilen, var istand til, naar den kunde udvide sig i et forholdsmæssigt større Rum, at virke med en Spændkraft, liig Atmosfærens Tryk, saa vilde deraf følge, at der maatte være et naturligt beslægtet Forhold, imellem det atmosfæriske Tryk og Pund-Vægten! Det er besynderligt, at Woolf kunde overse, at hans Grundsætning, om den endog saa paa et Sted blev erkjendt for rigtig, paa et andet, under en

forskjellig Barometerhøide, nødvendigviis maatte være falsk. Derfor Principet saaledes var rigtigt ved Foden af et Bjerg, saa vilde det være falsk paa Toppen af samme; var det rigtigt under klart Veir, saa vilde det være falsk under slet Veir, da disse Omstændigheder ere forbundne med en Forandring i Atmosfærens Tryk, uden at frembringe nogen Forandring i Pund-Vægten.

Woolf vilde anvende det nye Princip for Dampens Udvidelse, som han troede at have opdaget, ved en Indretning med flere Cylindre, liig den Hornblower havde angivet, men med større Cylindre i Forhold til den større Dampudvidelse, som han vilde gjøre Brug af. To Cylindre bleve, ligesom i Hornblower's Maskiner, stillede under Ballancen, og Stæmpelstængernes Afstand fra dens Arel stode i Forhold til Længden af Stæmpelstængene. Størrelsen af Cylindrene A og B (Fig. 46) maatte staae i Forhold til den Grad, til hvilken man aarede at lade Dampen udvide sig. Hanerne C C' vare anbragte ved hver Ende af den lille Cylinder i Rør, som stode i Forbindelse med Rjeblen, saa at Dampen, efter Behag, kunde indlades og affærres paa enhver Side af det lille Stæmpel. Et Rør, D', dannede en Forbindelse imellem det Øverste af den lille og den nederste Deel af den større Cylinder, og denne Forbindelse kunde, efter Behag, aabnes og affærres ved Hanen E'. Paa samme Maade forenede Røret D den nederste Deel af den lille og den øverste Deel af den større Cylinder, hvilken Forbindelse kunde aabnes og lukkes ved Hanen E. Den øverste Deel og Bunden af den større Cylinder stode i Forbindelse med Fortæteren ved Hanerne F' F.

Vi ville nu antage, at Luften paa den sædvanlige Maade er uddreven af Maskinen; og alle Hanerne lukkede, Maskinen ordnet saaledes, at den kan sættes igang, og at Stæmpelne ere i den øverste Deel af Cylindrene. Hanerne C E og F blive derefter aabnede; den Damp, som er indstrømmet under Stæmplet i den større Cylinder, strømmer igjennem F over i Fortæteren, og efterlader et lufttomt Rum under Stæmplet. Dampen under Stæmplet i den lille Cylinder gaaer igjennem D, aabner Ventilen E, og driver det store Stæmpel ned. Fra Rjeblen strømmer Dampen ind ved C, og trykker paa det lille Stæmpel. I Begyndelsen vil den hele Bevægelse bewirkes ved Trykket paa det store Stæmpel, da der er et lige stort Tryk paa begge Sider af det lille Stæmp-

pel. Men eftersom Stæmpelne gaae ned, vil Dampen under det lille Stæmpel, idet den gaaer over i den store Cylinder, udvide sig i et større Rum, og udøver derfor et ringere Modtryk, hvorimod Dampen paa den anden Side, hvis Spændkraft ikke er formindsket, beholder en drivende Kraft, som er nøiagtig liig det Tryk, der tabes ved Dampens Udvidelse imellem begge Stæmpelne. De blive saaledes Begge trykkede ned til Bunden af Cylindrene. Man vil have bemærket, at det store Stæmpel, naar det gaaer ned, bliver drevet af en vedvarende aftagende Kraft, medens det lille Stæmpel drives af en vedvarende tiltagende Kraft.

Naar Stæmpelne have naaet Bunden af Cylindrene, saa lukkes Hanerne CE og F , og $C'E'F'$ aabnes saaledes som i Fig. 47. Den Damp, som er indstrømmet over det store Stæmpel, gaaer nu gennem F' over i Fortættaren og frembringer derved et lufttomt Rum over Stæmplet. Dampen over det lille Stæmpel gaaer igjennem E' og D' under det store, medens der strømmer Damp fra Rjedlen igjennem C' under det lille Stæmpel. Trykket af Dampen, der igjennem E' indlades under det store Stæmpel, driver det imod det lufttomme Rum foroven, saa at det begynder at stige opad. Dampen over det lille Stæmpel træder imidlertid ind i den store Cylinder, og taber efterhaanden sin Spændkraft ved at udvides i et større Rum, saa at den Damp, der indstrømmer fra Rjedlen ved C' , begynder at blive virksom, og Opstigningen bliver saaledes fuldbendt under samme Omstændigheder som Nedgangen. Det er indlysende, at Hanerne let kunde styres ved Maskinens Mechanisme.

Da Stæmpelne i denne Slags Maskiner samtidigt gaae op og ned, saa maae Stæmpelstængerne ogsaa forbindes til Ballancen paa samme Side af dens Midtpunkt. Undertiden er det ønskeligt at anbringe dem paa forskellige Sider af Midtpunktet, saa at det ene Stæmpel stiger, medens det andet gaaer ned. Det er let at indrette Hanerne saaledes; at Maskinen forandres paa denne Maade. I Fig. 48 er det lille Stæmpel i dets nederste, og det større Stæmpel i dets øverste Stilling. Naar man aabner Hanerne $C'E'F'$, saa opstaaer der et lufttomt Rum under det store Stæmpel, og Dampen strømmer fra den lille Cylinder igjennem E' over dette Stæmpel, og trykker det ned. Paa samme Tid indlades Dampen fra Rjedlen igjennem C' under det lille Stæmpel, og trykker det

opad imod den formindskede Kraft af Dampen foroven, som modvirker det, og udvider sig i den store Cylinder. Medens det store Stempel gaaer ned, gaaer det lille opad. Naar ethvert Stempel har igjennemløbet sin Cylinder, saa blive Hanerne C' E' F' lukkede og C E F aabnede; det lille Stempel gaaer ned, medens det store stiger op, og saaledes fremdeles.

77.

Den Lov, efter hvilken Dampens Spændkraft formindskes, naar den udvides, men som Woolf ikke synes at have kjendt, træder paa samme Maade frem ved Luften, som ved andre spændige Legemer. Naar Dampen udvides to eller tre Gange i Rumfang, saa taber den sin Spændkraft i samme Forhold, som dens Rumfang forstørres, og vil derfor ikkun udøve det Halve eller en Trediedeel af dens tidligere Tryk, forudsat dens Temperatur bliver usforandret under Udvidelsen. Omendkjendt Woolf's Patent indeholdt det urigtige Princip, som vi have ommølt, saa gav dog hans Opfindelse, forsaavidt den ledede til den Tanke, at anvende Damp af meget høit Tryk med en langt større Udvidelse, end Watt eller Hornblower havde forsøgt, Anledning til en betydelig Brændselbesparelse. I Maskiner, som bruges til store Pumpeværker, kunde Dampen, da den udvikles under et Tryk af 40 til 50 Pund, eller mere, paa Kvadrattommen, i Begyndelsen virke i et lille Rum med fuld Kraft, og efterat dens Forbindelse med Kjedlen var adspærret, med Fordeel lade sig udvide i et meget stort Rum. Nogle efter disse Principer byggede Maskiner med to Cylindre har man anvendt i Cornwall med stor Besparelse. Principet for Dampens Udvidskraft forbundet med høit Tryk, hvilket man nu anvender i de Maskiner, der ere bestemte til at pumpe Vandet af Gruberne, er det, som Watt først foreslog. En eneste Cylinder af betydelig Længde anvendes dertil; Stemplet drives kun under en ringe Deel af dets Vandring ved Damp af samme Spændkraft som i Kjedlen; og drives forøvrigt til Bunden af Cylinderen ved Udvidkraften af den indladte Damp, efterat dens videre Indstrømning er affpærret.

Det er under disse Omstændigheder indløsende, at Trykket af den Damp, der indstrømmer fra Kjedlen, maa være meget større, end den Modstand, Stemplet har at overvinde,

og at Stæmplets Bevægelse i Begyndelsen fremstykendes, men er ikke eensformig. Dersom Stæmplet fra Begyndelsen blev bevæget eensformigt, saa maatte det Tryk, hvormed det drives, nødvendig være fuldkommen liig den Modstand, som det har at overvinde, og naar da Dampens Tilstrømning fra Kjedlen blev affpærret, kunde Stæmplet, blot formedelst Ligegyldighedss-Loven*) fortsætte Bevægelsen, da Dampens Tryk siebtikkelig vilde blive ringere end Modstanden, og efterat Stæmplet var vandret igjennem et meget lille Rum, vilde det vige tilbage imod Dampen og standse. Men Dampen udøver i det Siebtik den affpærres et Tryk, der er meget større end Modstanden, og vil altsaa vedblive at drive Stæmplet, indtil dens Kraft ved Udvidelse er formindsket saameget, at den er liig den Modstand, som skal overvindes. Da ophører Dampens fremdrivende Kraft, og Stæmplet bevæges kun ved dets Inerti. Dampen bør derfor ikke affpærres, førend den har udvidet sig saameget, at dens Tryk svarer til den Modstand, der skal overvindes, og saa nær har fuldbragt et Slag, at Stæmplet, formedelst Ligegyldigheds-Loven, kan bevæge sig videre.

78.

I Aaret 1797 erholdt den engelske Geistlige Cartwright, bekendt ved flere mechaniske Opfindelser, et Patent paa nogle Forbedringer ved Dampmaskinen. Hans Opfindelse er saa Kjon og simpel, at vi, omendskjøndt den ikke er bleven udført, ei kan forbigaa den.

Damprøret, der udgaaer fra Kjedlen, er betegnet med **B** (Fig. 49). Igjennem Ventilen **T** kan Dampen strømme ind over Stæmplet. Det krumme Rør **D** danner en Forbindelse imellem Cylindren og Fortætteren, hvilken sidste er indrettet paa en eendommelig Maade. Cartwright vilde fortætte Dampen uden Indsprøitning, idet han bragte den i Berørelse med en meget udstrakt kold Overflade. I dette Viemod indrettede han en Fortætter, bestaaende af to Cylindre, næsten af lige Størrelse, hvilke bleve stilledes i hinanden, og lod

*) Tit at frembringe og forandre en Bevægelse fordres Virkningen af en Kraft. Efter en almindelig Naturlov vil et Legeme hvile, saalange det ikke sættes i Bevægelse ved Virkningen af nogen Kraft, og vedblive saalange i en eensformig retlinet Bevægelse, indtil det tvinges ved en Kraftvirkning til at forandre Retningen

Vandet i den kolde Beholder, i hvilken de vare anbragte, flyde igjennem den indre og omgive den ydre Cylinder. Rummet imellem begge Cylindre dannede saaledes Fortætteren. Luftpumpen staaer umiddelbar under Cylinderen, og dens Stempel, i hvilket ikke er anbragt nogen Ventil, bevæges ved en Forslængelse af Stempelstangen. F er et Rør, som forbinder Fortætteren med Luftpumpen og igjennem hvilket den fortættede Damp, ved Ventilen G, bliver afledet under Stemplets Op- og Nedgang, hvorefter den igjennem et Rør gaaer i Karret H, for igjennem Forsyningsrøret I at komme til Kjedlen. I den øverste Deel af Karret er anbragt en Ventil, som aabnes indad, og som lukkes ved en Kugle, der svømmer paa Vandets Overflade. Den sammentrykkede Luft oven over dette Vand driver det igjennem I i Kjedlen. Sammenknynges Luften formeget i H, saa bliver Vandets Overflade nedtrykket saa meget, at Kuglen synker, og idet Ventilen derved aabnes, vil Luften undvige. Luften i H bliver oppumpet med Vandet fra Fortætteren og derefter afskilt fra dette.

Antage vi, at Stemplet stiger til det Øverste af Cylinderen, saa vil det hæve Ventilen T, medens Styrestangen i Stempel-Ventilen R støder imod det Øverste af Cylinderen, og trykker den derved i dens Leie. Paa samme Tid aabnes en Forbindelse imellem Cylinderen under Stemplet og Fortætteren ved Røret D. Virker nu Trykket af den igjennem Ventilen T indladte Damp paa Stemplet, saa vil det gaae ned i det lufttomme Rum. Har Stemplet naaet den nederste Deel af Cylinderen, saa støder Stangen i Stempel-Ventilen R paa Bunden og hæver den derved af sit Leie, saa at der aabnes en Forbindelse med Fortætteren. I samme Øieblik træffer et Fremspring paa Stempelstangen Styrestangen i Dampf-Ventilen T og trykker den i sit Leie. Dampens Tilstrømning bliver derved affpærret, Dampen over Stemplet gaaer igjennem R i Fortætteren og Stemplet bliver, efter at være befriet fra alt Tryk, optrukket ved Svinghjulet, som fortsætter den Bevægelse, det har erholdt fra den nedad virkende Kraft. Vender Stemplet igjen tilbage til det Øverste af Cylinderen, saa aab-

eller Hastigheden, eller aldeles at overgaae til Hvile. Denne Lov, efter hvilken et Legeme forbliver i den Tilstand eller Bevægelse, hvori det engang er kommet, indtil det af en eller anden Årsag tvinges til at forandre den, kalder man *Eigegyldigheds-Loven*.

nes T og R lukkes, Stæmplet gaaer igjen ned, og saaledes fortsættes dets Bevægelse.

Den Mechanisme, hvorved Stæmplet bevæger Svinghjulet, er meget findrig. Paa Svinghjulets Axel er beseft et lille tandet Hjul, som griber ind i Tænderne paa et andet større Hjul L. Dette Hjul ombreies ved en Krumtap, som bevæges ved et Tverstykke, der er beseft paa Stæmpelstangen. Et andet tandet Hjul M ombreies ved en Krumtap, som ligeledes bevæges ved det paa Stæmpelstangen beseftede Tverstykke. En af de særdeles Egenskaber ved denne Maskine bestaaer deri, at den Bædse, som bruges til Dampens Udvikling i Kjedlen, cirkulerer igjennem Maskinen, uden at blive formindsket eller blandet med andre Bædser, saa at Kjedlen aldrig kræver anden Forsyning, end hvad der fra Karret H føres til den. Denne Omstændighed er meget vigtig, da den gjør det mueligt, istedetfor Vand, at benytte Spiritus til Dampudvikling, hvilket vilde medføre en betydelig Brændselbesparelse, da det koger ved en lavere Temperatur.

Den almindelige Maade, at gjøre Stæmplet damptæt ved Olie eller smeltet Talg, kunde ikke anvendes ved disse Maskiner, da Dampen, som indstrømmer over Stæmplet, kunde strømme frit igjennem Stæmpel-Ventilen R. Den findrige Opfinder udtænkte derfor et andet Middel til at gjøre Stæmplet damptæt, uden at anvende Olie eller den saakaldte Udforsing, og hans Angivelser ere ved andre Maskiner benyttede med Held.

En Metalring, som er nøiagtig afslæben efter Cylindren, deles i fire Segmenter af lige Størrelse, hvis indre Overflade er noget kogleformig. I denne Ring lægges en anden, som flutter nøiagtig til hiin og ligeledes er deelt i fire Segmenter; dog maae disse lægges saaledes, at Fugerne ikke treffe lige for hinanden. Indretningen af disse Ringe viser Fig. 50. I den inderste Ring er anbragt fire Bjedre, som trykke Segmenterne imod Siderne af Cylindren, saaledes som det er fremstillet i Fig. 50. Fire Par af disse Ringe ere stillede over hinanden, dog saaledes at deres Fuger ikke treffe lige for hinanden; de sammenholdes af to Plader, som ere forbundne ved Skruebolte. Et Vertical-Gjennemsnit af Stæmplet viser Fig. 51.

Et af dette Stæmpels Fortrin bestaaer deri, at det ved længere Brug stedsse passer nøiagtigere til Cylindren og derfor

forbedres, efterhaanden, som det slides. Metal-Stæmpfer ere nu komne i almindelig Brug, og den Slags, som her er beskrevet, bruges endnu i mange Maskiner*).

*) Stæmpferne i de nyere Dampmaskiner bestaae ialmindelighed af to Plader og en mellemliggende Ring af blødt Støbejern, der, saaledes som Fig. 52 viser, er overflaaet i en skraa Retning; Ringen hamres indvendig, før den overflaas, og erholder derved en saadan Fjederkraft, at den, efterhaanden som den slides, udspiler sig imod Cylinderen, og slutter derfor nøiagtig til denne. Det er indlysende at dette Stempel ikke kan komme i Uorden, og det er derfor fortrinligt til Dampvogne.

Doversæt. Anm.

Tiende Afsnit.

Dampvogne paa Jernbauer.

79.

I de hidtil omhandlede forskjellige Constructioner af Dampmaskiner erholder Dampen, idet den indlades paa den ene Side af Stæmplet, sin Virksomhed, enten i det Hele eller tildeels, ved et paa den anden Side frembragt lufttomt Rum. Dertil udfordres stedse en afkøjlende Indretning og et rigeligt Tiløb af koldt Vand. En Dampmaskine af denne Slags maa være af stor Omfang og betydelig Vægt, og er derfor ikke passende til Diemed, som ikkun lade sig forene med smaae og lette Maskiner. Naar man ikke anvender Fortætnings-Apparatet, saa vil Stæmplet stedse modvirkes af en Kraft, liig Atmosfærens Tryk, og kun den Deel af Dampens Tryk kan benyttes, som bevægende Kraft, der overstiger Atmosfærens Tryk. Ved Maskiner, som ikke virke ved Fortætning, er det altsaa uundgaelig nødvendigt at anvende Damp af meget høiere Tryk, end Atmosfærens, og de kaldes derfor Høitryks-Maskiner. Dog er dette ikke saaledes at forstaae, at enhver Maskine, hvori der bruges Damp af høiere Tryk end Atmosfærens, er en Høitryks-Maskine; thi i de almindelige Maskiner, som ere byggede efter Watt's Principer, er Sikkerheds-Ventilen belastet med 3 a 5 Pund paa Kvadrattommen, og i Woolf's Maskiner udvikles Dampen under et Tryk af 30 Pund paa Kvadrattommen. Disse kunde derfor mere passende kaldes Condensations-Maskiner end Maskiner med lavt Tryk, et Navn, som aldeles ikke er anvendeligt paa Woolf's Maskiner. Høitryks-Maskiner ere de, i hvilke der ikke frembringes noget luftomt Rum, og Stæmplet altsaa virker imod et Tryk, som er liig Atmosfærens.

I disse Maskiner er der ikke noget Fortætnings-Apparat, nemlig det kolde Vands Beholder, Fortætteren, Luftpumpen, det kolde Vands Pumpe o. s. v., og de bestaae derfor ikkun af Kjedel, Cylinder, Stæmpel og Ventiler. En saadan Maskine er følgelig af ringe Omfang, let og ikke kostbar. Den lader sig ogsaa, naar det er nødvendigt, bevæge fra et Sted til et

andet, tilligemed den Last den har at trække, og er derfor isærbeleashed passende til dette sidste Diemed.

80.

Høitryks-Maskinerne vare en af de først angivne Dampmaskiner. Den i Marquien af Worcester's Udkast til et Hundrede Opfindelser utydelig beskrevne Opfindelse (see 27) er en Høitryks-Maskine; thi den der angivne Kraft er Dampens Spændkraft, som virker imod Atmosfærens Tryk. Newcomen anvendte 1705 Ballancen, Cylinderen og Stæmplet paa den atmosfæriske Maskine, og Leupold forenede i Året 1720 Ballancen og Cylinderen med Principet for Høitryks-Maskinen, og angav den første Høitryks-Maskine, som arbejdede med en Cylinder og Stempel. I Fig. 53, see vi Kjedlen A med Ildstedet. Stæmplerne i begge Cylinderne CC' ere forbundne med Ballancerne BB', hvilke ere forenede med Pumperne FF' ved Stængerne RR'. Pumperne ere forbundne med det store Rør S. G er den allerede beskrevne (see 66) Firegangs-Hane. I den i (Fig. 53) givne Stilling strømmer Dampen under Stæmplet P i Atmosfæren, og Stæmplet gaaer ned ved sin egen Vægt. Paa samme Tid driver Dampen Stæmplet P' opad med en Kraft, liig Forskiellen imellem Dampens og Atmosfærens Tryk. Pumpen F bliver saaledes optrukken ved Stangen R, Stæmplet P' trykker Pumpestangen R' ned, og driver derved Vandet ind i Røret S. Kommer Stæmplet P til Bunden af Cylinderen C, og P' i det Øverste af Cylinderen C', saa bliver Hanens Stilling forandret, saaledes som Fig. 54 viser. Den Damp, som har drevet Stæmplet P' opad, gaaer over i Atmosfæren, medens Dampen, som strømmer fra Kjedlen under Stæmplet P, driver det opad, og saaledes stiger P ved Dampens Tryk, medens P' synker ved sin egen Vægt. Paa denne Maade bliver Pumpestæmplet R trykket ned, og driver Vandet ind i Røret S. Pumpestæmplet R' optrækkes, medens den anden Pumpe atter fyldes, og saaledes gaaer det fremdeles. I den nederste Ende af Røret er anbragt en Ventil, for at forebygge, at Vandet som er drevet deri, ikke skal flyde tilbage. Denne Ventil aabnes opad, og bliver altsaa, da Vandet trykker paa den, desto bedre lukket. Naar Stæmplet gaaer ned, er det Tryk der virker paa Ventilen, større end Vandets Vægt, og den bliver derfor hævet, saa at der kan drives mere Vand ind i Røret.

81.

Under Watt's sidste Forbedringer af Dampmaskinen, indtil Begyndelsen af det nittende Aarhundrede, bleve Høitryks-Maskinerne i England aldeles forsømte. I Aaret 1802 byggede Trevithik og Vivian den første Høitryks-Maskine, hvilken har erholdt en omfattende practisk Anvendelse i England. Et Vertical-Gjennemsnit af denne Maskine er fremstillet i Fig. 55. Kjedlen AB er en Cylinder med flade cirkelformige Endes. Ildstedet er indrettet paa en eiendommelig Maade. Et Rør strækker sig fra den ene Ende af Kjedlen, og krummer sig ikke langt fra den anden Ende, saaledes at det vender tilbage parallel med den Retning, hvormed det er indtraadt, og gaaer paa denne Maade ud af Kjedlen ved Siden af det Sted, hvor det indtraadte. En Ende af dette Rør er forbunden med Skorstenen E, der, som Figuren viser, er rettet opad. I den anden Munding af Røret, der er forsynet med en Dør, er Risten anbragt, hvilken bestaaer af horizontale Stænger, som dele Røret i to Dele. Den øverste Afdeling er Ildstedet, den nederste Afskærmning. Brændslet ligger paa Stængerne i den med CD betegnede Deel af Røret, og Trækket i Skorstenen leder Flammen igjennem det krummede Rør, indtil den ved E gaaer i Skorstensrøret. Vandet bliver saaledes ophedet derved, at Ilden ledes igjennem Røret. F viser et Gjennemsnit af Cylindren, som tildeels er nedsænket i Kjedlen; og i den øverste fremstaaende Deel af Cylindren, er anbragt en Firegangs Hane G, for at lede Dampens Indstrømning. Røret H gaaer fra Hanen til Skorstenen, for at lede Spilbedampen bort, efterat den har bevæget Stæmpet. Paa den øverste Ende af Stæmpelstangen er befæstet et Løverstykke, som danner en ret Vinkel med Kjedlen og Stæmpelstangen. Denne Stangs Bevægelse ledes af to perpendiculære Jernstænger, som ere befæstede paa Siderne af Kjedlen, og stillede parallel med hinanden. Begge Endes af Løverstykket ere forbundne med to Forbindelsessænger, hvis nederste Endes bevæge to Krumtapper, der ere befæstede paa en Axel, som strækker sig under Kjedlen og umiddelbar under Cylindrens Midtpunct. Denne Axel gaaer igjennem tvende Underlag, som hvile paa Kjedlens Fundament, og paa dens ene Ende er Svinghjulet B befæstet. Et stort tandet Hjul er ligeledes befæstet paa denne Axel, og da den omdreies tilligemed Krumtapperne, kan saaledes andre Hjul derved sættes i Bevægelse, liaesom ogsaa ethvert Maskinerie, som skal drives af Dampmaskinen, blive bevæget. Saa-

ledes som Fjeregangshanen er fremstillet i Fig. 55, strømmer Dampen fra Kjedlen igjennem den krumme Gang G over Stæmplet, medens Dampen paa den anden Side gaaer igjennem et Rør, som ikke er fremstillet i Figuren, hvilket leder den til Røret H, og derfra til Skorstensrøret. Stæmplet drives ned af den foroven indstrømmede Damp med en Kraft, som er afhængig af Overvægten af Dampens Tryk over Atmosfæren. Naar det er kommet til Bunden af Cylinderen, saa maa Hanen være i den i Fig. 56 angivne Stilling, hvilket bevirkes ved Stæmpelstangens Bevægelse. Den Damp, som er indstrømmet over Stæmplet, undviger nu igjennem Røret H i Skorstenen, medens der ledes Damp fra Kjedlen paa den anden Side. Trykket paa den øverste Side af Stæmplet overstiger i dette Tilfælde ikke Atmosfæren, medens Trykket af Dampen fra Kjedlen virker paa den nederste Side. Stæmplet stiger derfor opad, og naar det har naaet det Øverste af Cylinderen, dreies Fjeregangshanen i den i Fig. 55 angivne Stilling, hvorefter Stæmplet igjen vender tilbage. Ved V er anbragt en Sikkerheds-Ventil, som er belastet med Vægten W, der svarer til den Kraft, hvormed Dampen skal virke i Maskinen.

I de Maskiner, som her ere beskrevne, belastes denne Ventil ofte med 60 a 80 Pund paa Kvadrattommen, og da man troede, at Kjedlerne i Høitryks-Maskinerne vare meer udsatte for at sprænges, end de, i hvilke der bruges Damp af ringere Spændighed, saa blev større Forsigtighed anvendt imod saadanne Virkninger. Der blev nemlig anbragt to Sikkerheds-Ventiler, af hvilke den ene var indelukket saaledes,* at Maskinmesteren ikke kunde komme til den. Han kunde paa denne Maade vel formindste Dampens Tryk, men ikke forhøje det over den Grændse, som var bestemt ved Ventilen. Den største Fare, som man ikke desto mindre var udsat for, kunde opstaae derved, at Vandet i Kjedlen blev hurtigere fordampet, end det blev erstattet, og derfor sank under det Rør, i hvilket Ildstedet er anbragt. Som et Beskyttelsesmiddel imod Ulykkestilfælde, der kunde opstaae ved denne Omstændighed, var der boret et Hul i Kjedlen i en vis Dybde, under hvilken Vandet ikke maatte synke, og dette Hul blev lukket med en Prop af Bly eller andet Metal, som kunde smelte ved Ildens Paavirkning, naar Kjedlen var udsat for at sprænges. Naar Vandet var saavidt fordampet, at det sank under denne Prop, saa smeltede Metallet strax ved Heden fra Ildstedet og aab-

nebe saaledes en Udvet for Dampen, hvorved Faren for at Kjedlen kunde springe, blev hævet. Desuden blev den allerede beskrevne Spændkraftmaaler anvendt som Sikkerhedsmiddel. Naar Dampens Spændkraft oversteg Dvifselv-Coilens Vægt, saa blev Dvifselvet drevet ud af Røret, hvorved Dampen kunde undvige. Vandet, hvormed Kjedlen blev forsynet, blev drevet ind i den ved en Pumpe, som Maskinen bevægede. For at benytte Varmen af den undvigende Damp blev denne, efter at være udstrommet fra Maskinen, ledet igjennem Røret H, som gaaer igjennem et andet Rør T, igjennem hvilket Forsynings-Vandet pumpes i Kjedlen, og da den derved afgiver en Deel af sin Varme, opvarmes Vandet, inden det kommer i Kjedlen.

Det er indlysende, at en paa denne Maade indrettet Maskine kan anvendes til ethvert Niemed, hvortil Maskiner med lavt Tryk kunne benyttes.

82.

To Aar efterat der var meddeelt Patent paa denne Maskine, byggede Opfinderen en lignende, i den Hensigt at bevæge Vogne paa Jernbaner, og gjorde i Aaret 1804 et heldigt Forsøg paa Jernbanen ved Merthyr Tydvil i Syd-Wales. Den var i Henseende til Principet lig den Maskine, som vi allerede have beskrevet. Dog laae Cyklinderen i samme Retning, som Banen havde. Stæmpelstangen bevægede ved en Forbindelsesstang en Krumtap, som var befæstet paa en Arel med to Tandhjul. Disse greb i toende andre Hjul, hvorved Kraften blev forplantet til et Tandhjul paa Bagaklen, og denne Arel saaledes omdreiet. De paa Arelen befæstede Vognhjul bleve derved ligeledes bevægede, og saalænge Vognens Vægt ikke oversteg den Vægt, som kunde drives fremad ved Hjulenes Vedhængen ved Veien, blev den bevæget fremad. Paa hin Arel var befæstet et Svinghjul, for at vedligeholde den omdreieude Bevægelse ved Tilendebringelsen af hvert Stæmpelslag. Vognen blev styret ved Forhjulene. Trevithik og Vivian synes i Begyndelsen at have havt til Hensigt, at bruge disse Vogne paa Landeveie; dog maae de have opgivet deres Plan, siden Opfindelsen blot blev benyttet paa den ommeldte Jernbane. Ved de første Forsøg trak Maskinen flere Vogne, belastede med Ti Tons Jern, en Strækning af ti engelske Mile. Veien tilbagelagdes, uden at der blev indtaget Vand til Kjed-

lens Forsyning, og en Strækning af fem engelske Mile blev gjennemløben i en Time.

83.

Capitaler og Konstfærdighed ere i den senere Tid, med ualmindelig Driftighed, blevne anvendte i England paa Forbedringen af den indre Communication, og denne vigtige Befordrer af Folkevelstanden og Civilisationen, har derved erholdt en mægtig Impuls. Der sees nu Virkninger, som man, dersom de vare blevne nævnte for saa Aar siden, havde anseet for Drømme. Hvem vilde have anseet det for mueligt at see en svær Maskine af Jern, belæsset med flere Hundrede Reisende og med en lang Række af Vogne, med en betydelig Last af Vand og Steenkul, flyve igjennem en Strækning af 30 engelske Mile i en Time. Dette sees man nu daglig, ja hver Time paa Veien imellem Liverpool og Manchester. Og dog er den Vej, paa hvilken vi see dette Vidunder, ingenslunde den gunstigste for hvad der kan udrettes med saadanne Maskiner. Den har en bølgeformig Glade og Steilheder, som langt mere formindsker Hastigheden, end lignende Ujævnheder paa en almindelig Landevei. Den her opnaaede Hastighed er ikke mindre vidunderlig, end Vægten af den transporterede Last. Hvad Dampvognene i denne Henseende udrette overstiger langt Fornødenhederne selv for de toende største Handelssteder i Storbritanien. Laster af 50 til 150 Tons transporteres ialmindelighed 15 eng. Mile i en Time; men Dampvognene kunne trække en langt større Vægt, og vi have engang seet en Vognrække, der transporterede en Last af 230 Tons Varer fra Liverpool til Manchester med en Hastighed af 12 Mile i en Time.

Den store Forundring, som vækkes ved saadanne Virkninger, vilde formindskes, naar Konsten at anvende Dampvogne paa Jernbaner allerede var kommet til Modenhed og opnaaet den Grad af Fuldkommenhed, som en saadan Kunststedse er istand til, naar lang Erfaring, i Forbindelse med omfattende videnskabelige Kundskaber og store Capitaler, komme den til Hjælp. Men dette er her ikke Tilfældet. Den Kunst at bygge Dampvogne har saa langt fra naaet sin Modenhed, at den endnu ikke engang er traadt ud af sin Barn-dom. Dampvognenes Trækkekræft var forend Aabningen af Jernbanen imellem Liverpool og Manchester, selv iblandt sagskyndige Mænd, saa ubekjendt, at man ansaae Transporten af

tunge Varer som Hovedgjenstanden for dette Foretagende og Hovedkilden til de forventede Indkomster. Den utrolige Hastighed med Transporten, som endogsaa blev opnaaet ved de første Forsøg i Aaret 1830, virkede paa Publikum og selv paa videnskabelig dannede Mænd som et nyt, uventet Syn. Den Indtægt, som Jernbanen, siden dens Aabning, erholdt af Reisende, udgjorde, imod al Formodning, næsten dobbelt saa meget som Betalingen for Vare-Transporten. Man var saa uerfaren i at bygge Dampvogne, at Entreprenørene i Begyndelsen vare i Tvivl om de skulde anvende store Dampmaskiner, opstillede paa forskjellige Puncter ved Banen, for at trække Vognene fra den ene Station til den anden, eller om bevægelige Maskiner, som transporterode dem hele Banen igjennem, gjorde større Nytte. Da de besluttede at anvende bevægelige Maskiner, have de siden maattet kæmpe imod Følgerne af Mangel paa de Kundskaber, som alene erholdes ved Erfaring. Man har stedse forandret Maskinerne ihenseende til deres Vægt og Forhold, deres Størrelse og Skikkelse, efterhaanden, som Erfaringen maanedlig ledede til nye Forbedringer. Visste der sig Mangler, saa bleve de afhjulpne, foreslaaede Forbedringer bleve udførte og overalt bygget kraftfuldere Maskiner, saa at man opgav de ældre, ikke fordi de vare opslidte, men fordi de vare fordunklede ved de hurtig fremskridende Forbedringer. Dertil kommer, at man hidtil ikkun virkelig har prøvet een Slags Dampvogne; hvad der kan udrettes med andre maa først vise sig, og selv de Constructioner af Maskiner, med hvilke man har gjort saa mange Forsøg i det Store, for at bringe dem til Fuldkommenhed, ere endnu langt fjernede fra dette Punct, og have Mangler, af hvilke mange, efter al Sandsynlighed, kun ved Tid og Erfaring ville blive afhjulpne. Men naar der nu med Dampvogne, som have alle Ufuldkommenheder ved en ny Opfindelse, og som maae undvære de almindelige Fordele af den fulde Anvendelse af Landets Konstfærdighed og Capitaler, og kun ere prøvede ved et stort Forsøg, allerede er opnaaet saadanne Virkninger, som de vi have angivet, hvad lader der sig da ikke vente af denne overordentlige Kraft, naar Folkets Aand for store Foretagender erholder større Frihed, naar der har naaet sig en større Mark for Erfaringen, naar Tid, Opfindelsesaand og Capitaler have bortfjernet de nuværende Ufuldkommenheder, og bragt nye og mere virksomme Principer for Lyset. Dette er ikke blot en Grublen over Mu-

ligheder, men det er en Udsigt, som fører os nær til virkelige Fremskridt. Der anlægges nu Jernbaner imellem de vigtigste Puncter for Samfærdselen i det forenede Kongerige, og da det ikke alene ved Forsøg har viist sig, at det er nyttigt og udførligt at anvende Dampvogne paa gode Landeveie, men dette ogsaa er beviist ved Undersøgelser af en af det engelske Parlament udnævnt Committee, have flere Entreprenører gjort forberedende Skridt til saadanne Vognes Anvendelse.

De for Handelen og de politiske Forhold vigtige Virkninger af en saadan forøget Hastighed og Lettelse i Transporten af Varer og Personer ere saa indlysende, at de ikke behøve en omstændelig Fremstilling. En Deel, og ofte en betydelig Deel, af Prisen paa alle Nødvendigheds eller Lurusartikler bestaaer i de Omkostninger, som ere forbundne med Transporten fra Producenten til Consumenterne, og altsaa maa enhver Formindskelse eller Besparelse i disse Omkostninger medføre en Nedsættelse i Prisen paa alle transporterede Gjenstande; det vil sige alle Ting, som ere nødvendige til de Fattiges Underholdning eller de Riges Nydelser. De velgjørende Virkninger af en saadan Nedsættelse ville ikke alene strække sig til Consumenterne, men ogsaa til Producenterne. Ved Transportomkostningernes Formindskelse, det være ved Jordens eller Bævestolens Frembringelser, udfordres ikkun en ringere Mængde af saadanne Frembringelser til at bringe den øvrige Deel til Markedet, og Producenten vil derfor erholde en større Løn for sit Arbejde. Agerdyrkeren vil føle disse velgjørende Følger endnu mere end Fabrikanten, fordi Transportomkostningerne ved Jordens Frembringelser ere forholdsmeetsig større, end ved Fabrikvarer. Udfordres der 200 Skjepper Hvede, til at høste 400, og endvidere 100 til at bringe dem til Markedet, saa vil det rene Overskud kun være 100; men naar det samme Quantum Korn, ved at anvende Dampvogne, kan blive bragt til Markedet for 50 Skjeppers Værdi, saa vil Overskuddet stige til 150 Skjepper, og Indtægterne ville blive forøgede i samme Forhold. Men Agerdyrkeren vil ikke være den eneste, som vinder ved en forøget Indtægt af den allerede dyrkede Jord. Enhver Formindskelse af Transportomkostningerne for Jordens Frembringelser vil give Anledning til Dyrling af mindre frugtbare Landstrækninger, hvis Indtægter ikke kunne erstattes Dyrlings- og Transportomkostningerne. Saaledes ville Jor- der blive dyrkede, som nu ligge øde og den frugtbare Deel af

Landet derved forstørret. Det er bekjendt, at Jord af en vis Grad af Frugtbarhed, ved en forøget Anvendelse af Bekostninger og Arbeide, ialmindelighed giver en større Indtægt; men ved Transportomkostningernes Formindskelse kan der gøres en Besparelse, som sætter Landbrugeren istand til at anvende de saaledes besparede Penge paa de opdyrkede Jorder og derved forøge Productionen. En saadan Virkning vilde derfor ikke alene have en Udvidelse af Omfanget af de opdyrkede Jorder til Følge, men ogsaa en bedre Dyrtning af den allerede frugtbare Jord.

Som man angiver, har Storbritanien henimod en Million Heste, der paa forskellige Maader blive brugte til Transport af Personer og Varer, og til enhver Hests Underholdning udfordres saa meget Land, som vilde være tilstrækkeligt til otte Menneskers Livsophold. Blev nu Kraften af dette Antal Heste erstattet ved Dampmaskiner og Transportmidlet draget af Jordens Stjød, istedetfor at tages af dens Overflade, saa vilde der, naar hiin Beregning er rigtig, blive ligesaa meget Land mere til Menneskers Underholdning, som var tilstrækkeligt for en Tilvært i Befolkningen af otte Millioner, eller Underholdningsmidlet for den nuværende Folkemængde vilde blive forøget med en Trediedeel. Den Indvending, at der gives Jorder, hvis Producter ikkun kunne anvendes til Føde for Heste, og at saadanne Jorder da ikke mere ville blive dyrkede, fortjener ikke at komme i Betragtning. Om der gives en betydelig Mængde saadanne Jorder, er meget tvivlsomt. Hvor er den Jordbund, som vilde føde en Hest, men ikke Stude eller Faar, og ikke give Næring for Mennesker? Men skulde der ogsaa gives en ringe Deel af saadanne Jorder, saa kunde den dog ikke sammenlignes med, end sige overstige den Deel, som vilde være tilstrækkelig til at føde det Antal Heste, der endda vilde blive brugt, enten til Gornsielse eller andre Viemed, hvortil Dampkraft ikke var anvendelig. Desuden bør der lægges Mærke til, at Nedsættelsen af Prisen paa Heste, ved Standsningen af en udstrakt Anvendelse, vilde forøge Begjærligheden efter dem i andre Viemed.

Ved Formindskelse af Transportomkostningerne vil Markedsprisen paa Fabrikvarer blive nedsat, og derved fremmes et forøget Forbrug. Denne Bemærkning er selvfølgelig ikke alene anvendelig paa det indenlandske, men ogsaa paa det udenlandske Marked. Hvad det sidste angaaer, da har England allerede et Monopol paa flere forskellige Slags Fabrikvarer. Den For-

mindskelse i Priserne, som maa følge af en let og billig Transport, vil forøge Landets Fordele. En nødvendig Folge heraf vil være Trangen til en Formerelse af arbejdende Hænder i Fabrikkerne, og denne Formerelse vil forøge Interessen for Agerdyrkningen, idet den aabner et større Marked for dens Frembringelser. Saa sammenvævet og indviklet ere de Træde, som danne det høitciviliserede og kunstige Almeenvæsen i England, at en paa et Punct frembragt Virkning strax har Indflydelse paa de længst bortfjernede, og tilsyneladende aldeles ikke dermed forbundne, Dele af Landet.

De tvende Fordele, formindskede Transportomkostninger og Hastighed, ville ikke alene forøge den nuværende Samfærdsel, men ogsaa fremkalde nye Gjenstande for Handelen.. Ligesom de formindskede Transportomkostninger give Anledning til nye Jorders Opdyrkelse, saaledes aabne de ogsaa nye Markeder for Fabrikvarer og Jordens Producter. Ved den store Hastighed, hvormed Transporten lader sig udføre, maa der opstaae Handel imellem bortfjernede Puncter om saadanne Gjenstande, som ikke ere brugelige efter en vis Tids Forløb. Dertil hører mange Slags Værter og animaliske Fødemidler, som nu ere indskrænkede til de Markeder alene, der ere i Nærheden af Agerdyrkeren eller Dvæghandleren. At denne Bemærkning er rigtig, have Folgerne af Dampskibsfarten paa Canalen imellem England og Irland vist. Stæderne i det vestlige England ere nu Markeder for en overordentlig Mængde irlandiske Producter, som forhen aldeles ikke kunne blive udførte. Kunne de Dyr, som benyttes til Føde, levende blive transporterede fra Dvæghandleren til Consumenterne, saa vil intet Marked være for langt bortfjernet, saasnart Doret er istand til at tilbagelægge Veien, og Transportomkostningerne ikke ere for store. Der gives kun nogle Arter af Dvæg, som lade sig transportere paa almindelige Veie og paa Vogne, der blive trukne af Heste. Men paa Jernbaner kunne større Laster transporteres saa hurtig, at Dvæg af alle Slags lader sig let og for en ringe Bekostning føre til de meest bortfjernede Steder.

De moralske og politiske Folger af en saa stor Forandring i Midlerne til at befordre Personer og Mandskræfter fra et Sted til et andet, lade sig neppe beregne. Den Forening af Intelligents og aandigt Liv, der findes i en Hovedstad, vil udstrække sig i et betydeligt Omfang. Der vil indtræde en saadan Virkning, som om alle Bortfjernelser vare formind-

stede i samme Forhold som Transporten bliver hurtigere og mindre bekostelig. Steder, som nu ikke ere langt fjernede fra Hovedstaden, ville blive dens Forstæder og de, som ere en Dags Reise færliggende, ville slutte sig til dens Omegn. Maatte de, som holde saadanne Forventninger for Drømme, erindre dem hvorledes den almindelige Mening, for ikke lang Tid siden, var om Dampskibsarten. Muligheden af at befare Canalen imellem England og Irland, og Havnene, som omgive de britiske Der, ved Hjælp af Dampmaskiner, blev paa en Tid, som mange, der endnu ikke ere færdne ud over Livets Midte, næppe kunne erindre sig, betragtet som et Sværmeri. Søfolk og videnskabelig dannede Mænd forkastede vantro saadanne Forslag og beklagede næsten deres Forstand, som kun et Dieblisk kunde beskæftige sig dermed. Og dog have vi oplevet at Dampskibe ikke alene befare det britiske Hav, men ogsaa seile langs med alle europæiske Kyster. Havene imellem Egypten og de britiske Besiddelser i Asien, Havene, som adskille de vestindiske Colonier, have ligesaa lidet formaaet at sætte Skranker for Dampmaskinens Kraft. Stormene paa det stille Hav have ikke afholdt Dampskibet „Entrepriise“ fra at omseile Forbjerget og naae Indiens Kyster. Benyttes Dampen ikke som det eneste Middel til at forbinde Jordens meest bortfjernede Dele, saa vil det ikke være fordi den er utilstrækkelig til at opnaae dette Niemed, men fordi Stoffet, af hvilket den hidtil har draget sin Kraft, Steenkullene, er indskrænket af locale og tilfældige Omstændigheder.

Vi ville nu ret betragte de Midler, ved hvilke de angivne Virkninger ere blevne frembragte, og vise hvorledes og hvorvidt hine Midler ere blevne benyttede, og hvilke Forbedringer de endnu synes at kunne modtage.

84.

Det er en besynderlig Omstændighed at der, efter Historien om Dampvognes Opfindelse, forgiæves blev anvendt megen Tid og megen Skarpsindighed, for at overvinde en Vanskelighed, som endelig viste sig at være indbildt. For at gjøre os et tydeligt Begreb om, hvorledes et Vognhjul drives frem ved Damp, ville vi antage, at der er befæstet en Tap paa en af Egerne i Hjulet ikke langt fra Midtpunctet, og at paa denne Tap virker en Kraft paa en saadan Maade, at Hjulet bevæges. Naar Hjulringen og Veiens Overflade vare saa glatte, at der ikke blev nogen Gnidning og Fælgen, uden Modstand gled

paa Veien, saa vilde den anvendte Kraft blot have den Virkning, at Hjulet blev omdreiet, uden at bevæge Vognen, medens Følgen gleeed paa Veien under Hjulets Omdreining. Var derimod Hjulringens Tryk paa Veien saa stærkt, at Hjulet formedelst dets Bedhængen, ikke kunde glide paa Veien under Virkningen af den anvendte Kraft, saa vilde deraf følge, at idet Hjulet blev omdreiet af den bevægende Kraft, blev Vognen bevæget fremad, saa at den tilbagelagde en Strækning, der ved enhver heel Omdreining af Hjulet, svarede til dets Omkreds. Det er indlysende, at begge disse Virkninger ikkun tildeels kunne blive frembragte; Hjulets Bedhængen ved Veiens Overflade kan være utilstrækkelig til aldeles at forebygge at det glider, men dog tilstrækkelig til at forhindre, at Hjulet glider saa hurtigt, som det bevæges. Under saadanne Omstændigheder vilde Vognen bevæges fremad og Hjulet glide. Vognens fremskridende Bevægelse, vilde i dette Tilfælde, under en heel Omdreining af Hjulet, svare til Forskjellen imellem Hjulets hele Omkreds og den Deel, paa hvilken det gleeed under en Omdreining, uden at Vognen bevæges fremad.

Da man begyndte at beskæftige sig med at bygge Dampvogne, og ikke lang Tid derefter, troede Flere, at Bedhængningen imellem Hjulringen og Veiens Overflade maatte være meget ubetydelig, og at de Hjul, hvorpaa Maskinen virkede, ville enten bestandig glide, saa at Vognen ikke blev bevæget fremad, eller en betydelig Deel af den fremadbevægende Kraft vilde tabes derved, at Hjulene tildeels gleeed under Omdreiningen. Det er besynderligt, at saa mange skarpsynede Mænd, som beskæftigede sig hele Aar igjennem med saadanne Foretagender, aldrig faldt paa, ved Forsøg at komme til Kundskab om, hvor stor Bedhængning der i et enkelt Tilfælde var imellem Hjulene og Veiens Overflade. Naar de havde undersøgt dette, saa vilde vi sandsynligen nu have seet Dampvogne i en mere fuldkommen Tilstand.

For at afhjælpe denne formodede Bæmskelighed, vilde Trevithik og Vivian gjøre den yderste Glade af Hjulringen raa og ujævn, og i dette Diemed beslaae den med fremstaande Søm, eller forsyne den med skjæve Furer. Naar der skulde passeres høie Bakker, vilde De lade Stifter eller Søm træde frem, hvilke skulde gribe i Veiens Overflade.

Syv Aar efter at den af Trevithik og Vivian angivne Dampvogn var udført, blev der bygget en anden af Blenkinsop, som 1811 erholdt et Patent paa at anvende den paa

Jernbaner. Jernbanen bestod nu ikke mere blot af glatte Jernsletter, men desuden af en Række fremstaaende Tænder, lig en Tandstang, langs med Linien af den hele Bane. Hjulene paa Dampvognen vare forsynede med lignende Tænder, som grebe ind i den tandede Skinne, og paa denne Maade erholdt Vognen en fremstribende Bevægelse. En senere Opfindelse til at overvinde de formeente Vanskeligheder blev i Maret 1812 angiven af Brodrene Chapman. Den bestod af en Kjæde, som strækkede sig langs med Midten af Banen fra den ene Ende til den anden. Denne Kjæde gik engang rundt om et under Vognens Midtpunkt anbragt Hjul, hvis Omkreds var dannet saaledes, at Kjæden ikke kunde glide, og Vognen bevægede sig derfor fremad, naar Hjulet blev omdreiet af Maskinen. Men man opgav snart denne Opfindelse, fordi Kjædens Gnidning forarsagede et betydeligt Tab af Kraft.

Det næste Aar 1813 bragte en særdeles findrig Opfindelse til det samme Niemed: et Par mekaniske Been og Fodder, der skulde, ligesom Dyrenes Fodder, gaae og styde fremad. Vi give i Fig. 57 en Fremstilling af denne Maskine. A er Vognen, der bevæges paa Jernbanen; L og L' ere Benene, F og F' Fodderne. Foden F har et Led ved O, som svarer til Ankelen; ved K er der et andet Led, svarende til Knæet, og et tredje ved L, der svarer til Høften. Lignende Led ere ogsaa anbragte paa det andet Been. Ledet K, som svarer til Knæet, er befæstet til den ene Ende af Stæmpelstangen i Cylinderen. Naar det horisontalt liggende Stempel drives udad, saa trykker Benet L Foden F imod Jorden og ved Modstanden drives Vognen fremad. I det nu Vognen gaaer fremad, bliver Vinkelen K ved Knæet større, saa at Been og Laar komme i en lige Stilling, og denne vedvarer, indtil Stæmplets Slag er fuldbendt. Ved L er der en kort Løftestang LM, hvis ene Ende er forbunden med Punctet S paa Skinnebanen ved en Snor eller Kjæde. Drives Stæmplet ud i Cylinderen, saa trækkes Knæet K fra Maskinen, og Snoren MS hæver Foden F fra Jorden. Naar Stæmplet atter drives udad, saa bliver den paa Veien stillede Fod F trykket tilbage ved Stæmpelstangens Kraft paa K; men da Gnidningsmodstanden paa Veiens Overflade forhindrer dens tilbagegaaende Bevægelse, saa bringer Modvirkningen Maskinen til at gaae fremad, og paa denne Maade vedligeholdes Bevægelsen. Paa Laaret er ovenfor Knæet ved N befæstet en horizon-

paa Veien, saa vilde den anvendte Kraft blot have den
ning, at Hjulet blev omdreiet, uden at bevæge Vognen.
Følgen gleed paa Veien under Hjulets Omdreining
imod Hjulringens Tryk paa Veien saa stærkt, at
dets Bedhængen, ikke kunde glide paa Veien
af den anvendte Kraft, saa vilde deraf følge
omdreiet af den bevægende Kraft, blev Vognen
saa at den tilbagelagde en Strækning,
Omdreining af Hjulet, svarede til dets
lysende, at begge disse Virkninger
frembragte; Hjulets Bedhængen
være utilstrækkelig til aldeles at for-
dug tilstrækkelig til at forhindre,
som det bevæges. Under saadanne
nen bevæges fremad og Hjulet
Bevægelse, vilde i dette Tilfælde
af Hjulet, svare til Forskellen
og den Deel, paa hvilken
uden at Vognen bevæges.

Da man begyndte
vogne, og ikke lang
ningen imellem
være meget ubetydelig
ville enten bestaa
fremad, eller en
vilde tabes de
ningen. Der
som beffæstet
gender, al
om, hvor
imellem
sagt de
i en
vi
forholdet imellem Bedhængningen og Vægten, fandtes det
at Maskinens Vægt ville frembringe en tilstrækkelig Bedhæng-
ning til at trække et betydeligt Antal Vogne paa en Jernbane.

I Maret 1814 byggede Stephenson i Killingworth
en Maskine med en cylindrisk Kjedel og to Cylindre, som be-
vægede to Par Hjul ved Krumtapper, der vare stillede i en ret

ad hinanden, saa at naar den ene var i fuld Virk-
den anden aldeles uvirksom. Paa denne Maade
drivende Kraft i stadig Virksomhed. Krumtap-
i hiin Stilling ved en Kjaede, uden Ende,
de Hjul under Maskinen, hvilke vare befæ-
e. Vognhjulene vare saaledes befæstede
bevægede med disse.

ne Fremstilling viser den ene Side og
iøre den indre Mechanisme synlig.
virkende Cylindre, DE de takkede
Vognakserne og omgivne af en
ere lige store, fuldende sam-

ar Krumtappen F er paa
være i den vandrette
bevæget fra det laveste

saa vil den anden
saaledes fremdeles.

ktion Opfindelse, ved

Maade paa Dampen, at

Smaa Cylindre ere ved H

jedlen saaledes, at den øverste Ende

med Vandet eller Dampen i Kjedlen. I

er anbragt de ved I fremstillede Stæmp-
es damptæt. Cylindrene ere aabne i Bunden og

stængerne skruede til Maskinvognen over hver Axel.

saledes som Maskinen er fremstillet, bæres den af fire Stæmp-

ter, to paa hver Side. Vandet eller Dampen trykker paa

Stæmp-
lerne i den øverste Deel af Cylindrene, og da Dampen

er meget spændig, saa har Maskinen alle de Fordele, som

følger af Dphængning i Hjedre. Men en væsentlig Mangel

ved denne Opfindelse fremgaaer deraf, at naar Dampen taber den

Spændighed, som er fornøden til at bære Maskinen, ville

Stæmp-
lerne træde op i Cylindrene, indtil de naae den øverste

Ende, og al spændig Dphængning ophører.

I en senere af Stephenson bygget Maskine blev den

Indretning at forbinde Hjulene ved en Kjaede, uden Ende, og

ved Tandhjul, igjen opgivet. Den samme Virkning blev op-

naaet ved at forbinde begge Krumtapperne med en lige Stang.

Men alle saadanne Indretninger have den store Mangel, at

naar Bag- og For-Hjulene ikke ere af lige Størrelse, saa ville

de stedsse glide eller flæbe paa Beien. Efter Maskineriets Ind-

retning maa Hjulenes Omdreining skee noigtig i samme

tal liggende Stang NR, som bevæger en Tandstang R. Under Tandstangen er anbragt et Tandhjul, som griber i en anden derunder værende Tandstang. Paa denne Maade bliver Tandstangen R, naar Knæet drives fra Maskinen, bevæget i samme Retning, men Tandhjulet, som griber i den anden Tandstang for nederen, vil bevæge denne i modsat Retning. Tandstangen R bevæges i samme Retning som Knæet K, og den anden Tandstang bevæges derfor steds i modsat Retning. Den nederste Tandstang er ved en anden horizontal liggende Stang forbunden med Laaret til Benet LF', tæt ovenfor Knæet ved N'. Drives nu Stæmplet ind i Cylindren, saa trykkes Knæet K' tilbage, og naar det drives udad, saa bliver Knæet K' trukket fremad. Heraf følger, at begge Knæerne K og K' blive afvekslende trukne fremad og tilbage. Trækkes Knæet K' fremad, saa bliver Foden F' hævet paa samme Maade, som F.

Af denne Beskrivelse fremgaaer, at den her anvendte Mechanisme er en fra Dyrenes Bevægelse laant Opfindelse, og i enhver Henseelse liig Hestens Forbeen. Den kan ikke desto mindre mere betragtes som en Prove paa en stor Skarpsindighed, end en practisk nyttig Indretning.

85.

Omtrent paa denne Tid kom man først til den vigtige Kjendsgjerning, at Udhæftionen, eller Hjulenes Vedhængen ved Skinnerne, paa hvilke de bevæges, var fuldkommen tilstrækkelig til at drive Maskinen fremad, endogsaa naar den trak en stor Last efter sig, og at den fremskridende Bevægelse i dette Tilfælde kunne bevirkes, uden at Hjulene gleed paa Banen. Følgerne af denne Kjendsgjerning gjorde alle Opfindelser til at give Hjulene større Vedhængning ved Veien aldeles unyttige. Forsøget, som man skyldte dette Resultat, viste, at paa en lige Bane, med aldeles rene Skinner, var Hjulenes Vedhængning tilstrækkelig til i ethvert Veir, at fremdrive betydelig belæsfede Vogne. Der blev først forsøgt, hvor stor Vægt Hjulene paa en almindelig Vogn kunne trække, uden at glide paa Banen, og da man havde fundet Forholdet imellem Vedhængningen og Vægten, fandtes det, at Maskinens Vægt ville frembringe en tilstrækkelig Vedhængning til at trække et betydeligt Antal Vogne paa en Jernbane.

I Aaret 1814 byggede Stephenson i Killingworth en Maskine med en cylindrisk Kjedel og to Cylindre, som bevægede to Par Hjul ved Krumtapper, der vare stillede i en ret

Vinkel imod hinanden, saa at naar den ene var i fuld Virksomhed, var den anden aldeles uvirksom. Paa denne Maade blev den fremdrivende Kraft i stadig Virksomhed. Krumtapperne bleve holdte i hiin Stilling ved en Kjaede, uden Ende, der gik om to takkede Hjul under Maskinen, hvilke vare befæstede paa Vognarlerne. Vognhjulene vare saaledes befæstede paa Arterne, at de bleve bevægede med disse.

Den i Fig. 58 givne Fremstilling viser den ene Side af Maskinen aaben, for at gjøre den indre Mechanisme synlig. AB er Kjedlen. CC ere de virkende Cylindre, DE de takkede Hjul, hvilke ere befæstede paa Vognarlerne og omgivne af en Kjaede uden Ende. Hjulene, som ere lige store, fuldende samtidig deres Omdreining, saa at, naar Krumtappen F er paa sit laveste Punct, vil Krumtappen G være i den vandrette Stilling D, og naar Krumtappen F er bevæget fra det laveste Punct til den horizontale Stilling E, saa vil den anden Krumtap være paa det høieste Punct, og saaledes fremdeles. Ved denne Maskine blev anbragt en sjon Opfindelse, ved hvilken den hviler paa en saadan Maade paa Dampen, at denne virker som en Fjeder. Smaa Cylindre ere ved H skruede paa Siderne af Kjedlen saaledes, at den øverste Ende staaer i Forbindelse med Vandet eller Dampen i Kjedlen. I disse Cylindre er anbragt de ved I fremstillede Stæmples, hvilke bevæges damptæt. Cylindrene ere aabne i Bunden og Stæmpelstængerne skruede til Maskinvognen over hver Ar. Saaledes som Maskinen er fremstillet, bæres den af fire Stæmples, to paa hver Side. Vandet eller Dampen trykker paa Stæmpleserne i den øverste Deel af Cylindrene, og da Dampen er meget spændig, saa har Maskinen alle de Fordele, som følger af Ophængning i Fjeder. Men en væsentlig Mangel ved denne Opfindelse fremgaaer deraf, at naar Dampen taber den Spændighed, som er fornøden til at bære Maskinen, ville Stæmpleserne træde op i Cylindrene, indtil de naae den øverste Ende, og al spændig Ophængning ophører.

I en senere af Stephenson bygget Maskine blev den Indretning at forbinde Hjulene ved en Kjaede, uden Ende, og ved Tandhjul, igjen opgivet. Den samme Virkning blev opnaaet ved at forbinde begge Krumtapperne med en lige Stang. Men alle saadanne Indretninger have den store Mangel, at naar Bags- og For-Hjulene ikke ere af lige Størrelse, saa vil de stedse glide eller flæbe paa Reien. Efter Maskineriets Indretning maa Hjulenes Omdreining skee nøiagtig i samme

Lid, og folgelig derved tilbagelægge en aldeles lige Længde af Veien. Er Hjulenes Omkreds ikke lige stor, saa maae altsaa de mindste Hjul slæbes saameget paa Veien, som de ere mindre end de større, eller de større Hjul slæbes i modsat Retning, for at udjævne Forskjellen. Da ingen Mechanisme vil kunne tilveiebringe Lighed i Bevægelsen af fire, meget mindre i sex Hjul, saa kan man antage, at hiin Slæbning for en stor Deel er en Folge af Maskinens Construction. Endog naar Hjulene ere noiaotig udforte, ville de dog, ved længere Brug, ikke slides eensformig.

86.

Den næste Anledning til Opfindelsens Fremskriden, var det store nationale Foretagende, at forbinde Stæderne Liverpool og Manchester ved en dobbelt Jernbane. Da dette Arbeide begyndte, var det endnu ikke afgjort, hvilken bevægende Kraft det vilde være raadeligst at anvende som Transportmiddel paa den nye Bane. Man havde at vælge imellem Hestekraft, faststaaende Dampmaskiner og Dampvogne; men det første Middel blev af nærliggende Grunde strax forkastet, og der blev derfor kun Valget imellem de tvende andre.

Man kan benytte Dampmaskiner paa en dobbelt Maade til at bevæge Vogne paa en Landvei eller en Sporvei. Ved den ene Maade er Dampmaskinen faststaaende og trækker Vognen eller Vognrækken til sig ved en Kjæde, der strækker sig til den hele Længde af Banen, paa hvilken Maskinen virker. Banen deles i dette Tilfælde i flere korte Afdelinger, og ved Enden af enhver er anbragt en Dampmaskine. Ere Vognene ankomne til Maskinen, som trækker dem, saa blive de løsladte og forbundne med Enden af den Kjæde, som trækkes af den næste Dampmaskine. Reisen bliver saaledes fortsat fra den ene Maskine til den anden, og paa denne Maade fuldendt. Ved den anden Benyttelsesmaade trækker en Maskine Lasten paa den hele Wei og befordrer derved tillige sig selv.

Da Banen imellem Liverpool og Manchester var nær dens Fuldbendelse, overdrog Entreprenneurerne de erfarne Mechanikere, Stephenson og Lock, Walker og Rastrick, at tage de Jernbaner i Diesyn, hvorved man kunde forvente at erholde praktisk Underretning om Virkningerne af faststaaende Dampmaskiner og Dampvogne, og de erholdt da af disse Mænd en Beretning, hvori Virkningerne af disse to forskjellige Bevægekrafter vare

sammenlignede med hinanden*). Resultatet af Sammenligningen var, at Anlæggelsen af en Række faststaaende Dampmaskiner vilde være mere bekostelig, end at tilvejebringe en lignende Bevægelse ved Dampvogne; at de aarlige Omkostninger ved faststaaende Maskiner ligeledes vilde stige højere, og at folgelig ogsaa Transportomkostningerne maatte blive større. Anlægs-Capitalen blev ved Dampvogne beregnet til 58,000, ved faststaaende Maskiner til mere end 121,000 Pund Sterling; de aarlige Udgifter ved hine til 25,000, ved disse til 42,000 Pund Sterling.

Ihenseende til Besparelse havde altsaa Dampvogne Fortrinnet; men der vare andre Omstændigheder, som bestemte Entreprenørernes Valg. Indtreffer et Uheld paa nogen Deel af en Bane, hvorpaa faststaaende Maskiner ere anbragte, saa opstaaer paa den hele Linie en Standsning. Der vil derfor paa hele Banen udfordres den største Opmærksomhed og Virksomhed af alle Arbeidere; men desuagtet kan der let indtræffe Standsninger derved, at en Kjæde springer. Ved Dampvogne derimod kan et Uheld kun træffe en enkelt Vognrække, som trækkes af den bestaaende Vogn, og selv da kan Vanskeligheden afhjælpes, naar der paa passende Steder af Banen henføres Maskiner, som kunne træde istedetfor de bestaaende. Vel er Uheld mindre sandsynlig ved faststaaende Dampmaskiner, end ved Dampvogne; men naar et Uheld indtræffer, ere de skadelige Følger langt større ved hine. „Det ene System“ — sagde Walker i sin Beretning — „ligner en Kjæde, der strækker sig fra Liverpool til Manchester, og springer et Led i denne, saa er det Hele i Uorden; hvorimod det andet kan lignedes med en Deel smaae Kjæder, som ikke ere forbundne med hinanden.“ Kommer ogsaa en af disse Kjæder i Uorden, saa lide de andre ikke derved, og Tabet kan let erstattes.

Entreprenørerne valgte derfor Dampvogne, og deres næste Bestræbelse var, at vække deres Landsmænds Opsindelse, for at erholde saa gode Maskiner, som mueligt. Der blev i denne Hensigt udsat en Præmie af 500 Pund Sterling for den bedste Dampvogn, og bestemt en vis Tid, til hvilken Concurrenternes Arbejder skulde underkastes en offentlig Prove. Betingelserne vare, at der ikke maatte komme nogen Røg fra Maskinen, at Dampens Tryk ikke maatte overstige 50 Pund paa Kvadrattommen, at Maskinen i det mindste skulde trække

*) De omstændelige Beregninger finder man i det fortræffelige Værk af Nicholas Wood om Jernbaner.

det Tre dobbelte af sin Vægt, og med en Hastighed af ikke mindre end 10 eng. Mile i Timen, at den skulde hvile paa Fjederne og ikke være høiere end 15 Fod. Der blev desuden angivet Forsigtighedsregler imod Følgerne af Riedlens Sprængning og bestemt flere andre Puncter, som det her vilde være overflødig at nævne. Concurrencen blev aabnet i Marts 1829, og i October samme Aar skulde Prøven foregaae. Der kom tre Vogne til at konkurrere, nemlig, Rocket af Stephenson, Sanspareil af Hackworth, og Novelty af Braithwaite og Ericson. Af disse vandt Rocket Præmien. Til Prøven var bestemt en Bane, omtrent to eng. Mile lang, ved Rainhill imellem Liverpool og Manchester. Afstanden imellem begge Stationer var halvanden eng. Mill, og Maskinerne maatte tilbagelægge denne Distance ti Gange frem og tilbage, og sælgelig i det Hele taget 30 eng. Mile. Rocket tilbagelagde to Gange denne Veilængde først i to Timer, 14 Minutter og 8 Secunder, derpaa i to Timer, 6 Minutter og 49 Secunder. Dampvognens Hastighed var forskjellig paa paa flere Dele af Banen; den Hastighed hvormed den bevægede sig, var noget over 29 engelske Mile, den ringeste 11½ Mile i Timen. Gjennemsnits-Hastigheden paa den ene Reise var 13¾ Mile og paa den anden 14½ Mile i en Time. Denne var den eneste Dampvogn, som tilbagelagde det bestemte Antal Mile; de andre bleve ved Uheld standsede i deres Forsøg.

87.

Det store Diemed, som man agtede at opnaae ved Constructionen af disse Maskiner, var, at forene Lethed med den størst mulige Kraft. Jiden virker paa en dobbelt Maade paa Bandedet: for det første ved dens Straale-Varme, og for det andet ved den varme Luft, som ved Trækket strømmer igjennem Jiden og tilsidst gaaer op i Skorstenen. For at opnaae det tilsigtede Diemed er det altsaa nødvendigt at udsætte en saadan stor Deel, som muligt, af den Overflade, der staaer i Berørelse med Vandet, for Jidens Paavirkning paa de nævnte to Maader, og dette skeete ved en beundringsværdig Indretning i Dampvognen Rocket.

Denne Maskine er fremstillet i Fig. 59. Den hviler paa fire Hjul, af hvilke dog de to, som Maskinen virker paa, bære den største Deel af Vægten. Riedlen A bestaaer tildeels af en sex Fod lang Cylinder med flade Ender. Skorstensrøret

hæver sig fra den Ende, og i den anden er anbragt et firkantet Kammer B, paa hvis Bund Ristestængerne under Jldstedet ere anbragte. Dette Kammer bestaaer af to Jernkasser, som ere stillede saaledes i hinanden, at der er et Rum af tre Tommers Bredde imellem dem. Kammeret er tre Fod langt, to Fod bredt og tre Fod dybt. Den ydre Kasse er forbunden med den nederste Deel af Kjedlen ved et Rør, betegnet med C; men i den øverste Ende staaer den i Forbindelse med det Øverste af Kjedlen ved Røret D. Naar der fyldes Vand i Kjedlen, saa vil det altsaa flyde igjennem Røret C i det Rum, som omgiver Dvnen eller Jldkassen, indtil det har naaet samme Høide som i Kjedlen. Skal Maskinen arbejde, saa bliver omtrent den halve Deel af Kjedlen fyldt med Vand, og dette omgiver selvfølgelig Dvnen overalt. Den Damp, som udvikles af Vandet, der omgiver Dvnen, gaaer igjennem Røret D ind i den øverste Deel af Kjedlen. Et Gjennemsnit af den ene Ende af Kjedlen er fremstillet i Fig. 60. Igjennem den lavere Deel af Kjedlen strækker sig et Antal Kobberør af ringe Størrelse, hvilke i den ene Ende staae i Forbindelse med Jldkammeret og i den anden med Skorstenen, og danne saaledes en Udgang til denne for den opvarmede Luft. Kullene paa Risten udbrede deres Varme ved Udstraaing og virke paa denne Maade paa den hele Overflade af det Kammer, der omgiver Jlden, hvorved Temperaturen af det tynde Lag Vand, som indeholdes deri, bliver forhoiet. Det ophedede Vand stiger, og gaaer over i Kjedlen, saa at der vedligeholdes en bestandig Circulation af varmt Vand, og Vandet i Kjedlen har derfor næsten samme Temperatur som det Vand, der er i Kammeret. Luften, som strømmer igjennem de brændende Kul og fylder Jldrummet, føres ved Trækket igjennem Kobberrørene i den lavere Deel af Kjedlen, og da disse Rør paa alle Sider ere omgivne af Vand, saa meddeles Vandet den Varme, som Luften indeholder. Den gaaer endelig over i Skorstenen og undviger deraf ved Lufttrækket. Dvnenes Virkekraft er nødvendigvis afhængig af Trækket i Skorstenen, og for at forsøge dette og tillige bortføre Dampen, efterat den har drevet Stæmplerne, udlades den igjennem Røret L, som gaaer fra Cylinderen ind i Skorstenen, og undviger der igjennem en opad rettet Åbning. Ved den Hastighed, hvormed Dampen udstømmer fra denne Åbning og dens store Lethed, frembringer den et stærkt Træk igjennem Skorstenen. I Fig. 60 see vi Ristestængerne i den nederste Deel af Jldkammeret ved F. Maskinen har to Cy-

indre, af hvilke enhver virker paa et Hjul. Man seer i Fig. 59 kun en Cylinder, fordi Maskinen skjuler den anden. Stæmpelstængerne ere ved Forbindelsesstænger forbundne med Tapper, der ere befæstede paa Egerne i Hjulene, og de Eger, hvorpaa Maskinen saaledes virker, staae retvinklede imod hinanden. Hjulene ere befæstede paa en fælleds Arel, hvormed de omdreies.

Overfladen af Vandet, der omgiver Ildkammeret og som er udsat for den udstraalende Varme, udgjør i denne Maskine 20 Kvadratsod, hvilke meddeles Varme fra Overfladen af 6 Kvadratsod brændende Kul paa Risten. Den Overflade, som er udsat for Virkningen af den varme Luft, udgjør 118 Kvadratsod. Maskinen trak en anden Bogn med Vand og Coaks.

88.

Sanspareil construeret af Hackworth er fremstillet i Fig. 61 og i et horisontalt Gjennemsnit i Fig 62. Trækket gennem Dynen frembringes paa samme Maade som i Rocket, i det Spildebampen fra Cylindren drives ud igjennem Skorstenen; men Kjedlen er meget forskjellig fra den Sidstnævnte. Et krumt Rør strækker sig igjennem Kjedlen, omtrent paa samme Maade, som i den forhen beskrevne ældre Maskine af Trevithik og Vivian (see 81). I det horizontale Gjennemsnit Fig. 62 er D Abningen til Ildrummet i den ene Ende af Kjedlen ved Siden af Skorstenen. Ristestængerne seer man ved A. Et krumt Rør, som gaaer igjennem Kjedlen, og ender sig i Skorstenen, er betegnet med B. Den Retning, hvori Trækket gaaer, viser en Piiil. C er et Gjennemsnit af Skorstenen. Cylindrene staae, ligesom i Rocket, paa begge Sider af Kjedlen. Enhver Cylinder bevæger et Hjul, i det den virker paa Eger, som staae retvinklede imod hinanden. Det Rør hvori Risten er anbragt, formindskes efterhaanden som den nærmer sig Skorstenen. I Mundingen, hvor Risten ligger, er Gjennemsnittet to Sod, ved Skorstenen ikkun 15 Tommer. Ristestængerne strække sig 5 Sod ind i Røret. Den Deel af Vandets Overflade, som er udsat for Ildens Straale-Varme, udgjør 16 Kvadratsod, og den, der er udsat for Virkningen af Flammen og den opvarmende Luft, 75 Kvadratsod. Ristens Størrelse, eller Laget af den brændende Ild, som udstraalet Varme, udgjør 10 Kvadratsod.

89.

Novelty, construeret af Braithwaite og Ericson, er frem-

stillet i Fig. 63. Et Gjennemsnit af Røedlen viser Fig. 64. De tilsvarende Dele ere i begge Figurer betegnede med samme Bogstaver. A er Recipienten eller Dampflammeret, som indeholder den for Maskinen fornødne Damp. Den staaer i Forbindelse med Dampavleren B, der strækker sig i horizontal Retning igjennem hele Maskinen. I Dampbeholderen A er Dvnen F anbragt, hvilken er forbunden med Røret C, som gaaer op i Beholderen og ender sig med en Skyder, der forebygger Luftsens Indstrømning, og aabnes kun, naar der skal lægges Brændsel paa Risten. Under Risten er Dvnen ikke aaben, som sædvanlig, men ved Røret E forbunden med en Blæsebælg D, som bevæges af Maskinen og driver en stadig Luftstrøm igjennem Røret E i Dvnen, for at holde Ilden i en levende Flamme. Den varme Luft, som udstømmer fra Dvnen, drives igjennem det krumme Rør H (Fig. 64) hvilket gaaer frem og tilbage igjennem Dampavleren indtil det, efterat være efterhaanden formindsket, ender sig i Skorstensrøret G. Ved at gaae igjennem dette Rør afgiver den ophedede Luft sin Varme til Vandet, der omgiver Røret, og har derfor en betydelig formindsket Temperatur, naar den udsviger i Skorstensrøret. Cylindrene K bevæge ved Krumtapper de to Hjul, og naar det er nødvendigt blive de to andre Hjul forbundne med disse. Overfladen af de brændende Kul udgjør i denne Maskine mindre end to Kvadratsod. Den Overflade, som er udsat for den straalende Varme, er $9\frac{1}{2}$ Kvadratsod, og Overfladen af Vandet, som er udsat for den opvarmende Luft, omtrent 33 Kvadratsod.

Det Fortrin, som Rocket har fremfor de to andre Dampvogne, bestaaer fornemmelig deri, at en større Overflade af Vandet er udsat for Ildens Virkning. Med en, i et Forhold af 3 til 5, mindre Rist, end der er i Sanspareil, udsætter den en større Vand-Overflade for den straalende Varme, i et Forhold af 4 til 3, og en større Overflade af Vandet for den ophedede Luft i et Forhold af mere end 3 til 2. Man fandt, at Rocket, i Sammenligning med Sanspareil, ved Fordampning af en vis Vandmængde, forbrædede Brændsel i et Forhold af 11 til 28. Det Forslag at lede den opvarmede Luft ved Rør igjennem Vandet til Skorstenen, gjorde Booth, Casserer

*) Booth erholdt kun en Deel af den Priis af 500 Pund Sterling, der blev tilkjendt Rocket, men har ellers ingen Andeel i Dampmaskine-Fabrikken, og har forøvrigt ikke købt nogen af de Fordele, hvortil en Patenthaver er lovlig berettiget.

ved det Interessentskab, som har anlagt Jernbanen imellem Liverpool og Manchester, og intet har mere bidraget til de siden brugte Maskiners Virksomhed, end denne Forbedring.

90

Det store Viemed, som skulde opnaaes med Rjedlerne i disse Maskiner, bestod deraf, at bringe en ringe Vandmængde ved en ringe Deel Brændsel, der bringes i en levende Flamme, til en meget høi Temperatur. Dette kan ikkun bevirkes derved, at man for det første indretter Rjedel, Døn og Ildcanalerne saaledes, at Vandet bestandig er i Berørelse med den størst mulige Overflade, af hvilken enhver Deel enten umiddelbar påvirkes af Ildens straalende Varme, eller middelbar af Luften, som er gaaet igjennem Ilden og endelig undviger i Skorstenen; og for det andet, vedligeholder et saa stærkt Træk gennem Dønen, at der ved Kullenes Forbrændelse tilveiebringes en Varmemængde, som er tilstrækkelig til at holde Vandet i en saadan Temperatur, som udfordres, for at Dampen kan udvikles saa hurtigt, som det er fornødent. Til Opnaaelsen af dette Viemed maa den Kasse, hvori Ildrummet indeholdes, være aldeles omgivet af Vand og saaledes under Vandets Høide i Rjedlen. Den Overflade, som er udsat for den straalende Varme, skulde være saa stor, som den vel, efter Maskinens Størrelse, kunde være. De Fortrin, som Rocket i disse Henseender havde, fremfor de andre Maskiner, ville vise sig ved nærmere Betragtning. Det er ogsaa nødvendigt, at den Varme, som optages af Luften, idet den strømmer igjennem de brændende Kul, meddeles Vandet, førend den undviger i Skorstenen. For at bevirke dette er det, da Luften er en flig Varmeleder, nødvendigt, at den ophevede Luft i Ildgangen udsættes for den størst mulige Overflade i Berørelse med Vandet. Ingen Indretning kan være mere uhensigtsmæssig til dette Viemed, end et eller to Rør, som strække sig igjennem Rjedlen, saaledes som i de ældste Dampvogne. Den Luft, der strømmer igjennem Midten af disse Rør, kom ikke i Berørelse med deres Overflade, og undveeg derfor igjennem Skorstenen, næsten med samme Temperatur, som den udgik fra Ilden. Kun den Deel af Luften, som strøg nærmest ved Rørene Overflade, meddeelte Vandet sin Varme.

Der gives forskjellige Midler til at udvide Vandets Overflade saaledes, at den kommer i Berørelse med en vis gennemstrømmende Luftmængde. Dette vilde skee, naar man lod

Lusten trække imellem Plader, som vare stillede ved Siden af hinanden, saaledes at Luststrømmen blev deelt i tynde Lag, imellem hvilke der ligeledes var fordeelt Vandlag, eller man kunde lade Lusten trække imellem Rør, hvis Gjennemsnit var lidet forskjellig, saa at Vandet, idet det gik igjennem et Rør, tillige stod i Berørelse med den ydre Overflade af et andet. En saadan Indretning vilde, i Henseende til Principet ligne Watt's Trøie (see 47), eller Fortættøren i Cartwright's Maskine, som vi allerede have beskrevet. Ved den Lethed, hvormed smaae Rør kunne forfærdiges og anbringes i Rjeblen, vilde denne Indretning vel være den udførligste, ihvorvel Figuren af et Rør, geometrisk betragtet, er intet mindre end gunstig for Fordampning af en Vædske ved Berørelse med dets Overflade. Lusten, som strømmer fra Ildkammeret, og fordeles ved et stort Antal smaae Rør, der strække sig igjennem Rjeblen, meddeler Vandet sin Varme, førend den undviger i Skorstenen, og dette er alt hvad den skarpeste Opfindelsesaand kan bewirke. I Rocket er der 25 Rør af tre Tommer Diameter, og Principet er siden blevet anvendt i en endnu større Udstrækning.

Naar Lusten, førend den naaer Skorstenen, berøves en stor Deel af sin Varme, saa kan dette have en Følge, som ved det første Blik synes at være forbunden med den største practiske Vanskelighed; Trækket i Skorstenen vil nemlig opføre. Men denne Vanskelighed blev afhjulpen, idet man benyttede den fra Cylindren undvigende Damp til at frembringe Træk i Skorstenen. Denne Damp blev drevet med saadan Kraft igjennem opad rettede Rør, at der opstod et tilstrækkeligt Lusttræk igjennem Jiben.

Man vil have bemærket, at Lusttrækket i Dampvognen Novelty frembringes efter et aldeles forskjelligt Princip, nemlig ved en Blæsebælg. I Henseende til disse forskjellige Indretninger opstaar et Spørgsmaal, om der tages mere Kraft naar man driver Dampen igjennem et Rør, saaledes som i Rocket, eller naar man anvender en Blæsebælg. Den Kraft, som udfordres til at drive Dampen igjennem Røret, maa tilveiebringes ved Stæmplernes Bevægelse, og den vil altsaa formindste Kraften, som driver Maskinen. Men paa den anden Side maa den Kraft, der udfordres til at bevæge Blæsebælgen i Novelty, ligeledes fradrages Maskinens Kraft. Det har viist sig, at den første Indretning er den virksomste og meest besparende.

Man vil let indsee, hvor vigtig disse Enkeltheder ere, naar man betænker, at den Hastighed, hvormed en Dampvogn kan bevæge sig, ikke er begrændset af andet, end Frembringelsen af den i en vis Tid fornødne Dampmængde. Ethvert Stæmpelslag bevirker en Omdreining af Hjulene, og forbruger to Cylindre to Gange foldte med Damp; selvfølgelig svarer den Damp, som følger en Cylinder, til en bestemt Længde af den Vej, Vognen tilbagelægger. Den Opgave at bygge en Maskine, som kan bevæge sig med Hastighed, vil derfor være løst, naar der frembringes en hurtig og rigelig Tilstrømning af Varme, og denne paa en hurtig og virksom Maade meddeles Vandet. Den Maade at afdele Ildgangen i Rør, blev endnu mere udstrakt af Stephenson, efterat han havde bygget Rocket; og Principet laae saa klart for Dagen, at man ikke kan indsee, hvorfor der ikke i Begyndelsen blev brugt Rør af en ringere Diameter end tre Tommer. I de Maskiner, som siden ere byggede, varierer Rørenes Antal fra 90 til 120 og Gjennemsnittet er indskrænket til mindre end to Tommer; man har i nogle Tilfælde endogsaa anvendt 150 Rør af $1\frac{1}{2}$ Tommes Vidde. I Dampvognen Meteor ere 20 Kvadratfod udsatte for den straalende Varme, og 139 Fod for den opvarmede Lufts Berørelse; i Arrow 20 Kvadratfod for Straale-Varmen og 145 for den ophedede Lufts Berørelse. Den paa denne Maade tilveiebragte Brændsel-Besparelse viser følgende Sammenligning, som angiver hvormange affvoblede Kul, der udfordredes til enhver af de nævnte fire Maskiner, for at transportere en Tons Last en engelsk Miil, ligesom ogsaa Forholdet imellem Hastighederne.

Maskiner.	Gjennemsnit Hastighed i Miil pr. Time.	Kulforbrug i Pd. for hver Ton pr. eng. Miil.
Rocket	14	2,41
Sanspareil	15	2,47
Phoenix	12	1,42
Arrow	12	1,25

91.

Siden Jernbanen imellem Liverpool og Manchester blev aabnet, ere Dampvognene stedse mere blevne forbedrede. Neppe er en Maaned forløben, uden at der er bleven angivet en Forandring i Enkeltheder, for at spare Brændsel, fremskynde Damp-

udviklingen, formindste Maskinens Opstibelse, eller forøge de forskellige Deles Styrke. Dette har havt til Følge, at de af os nævnte Maskiner og flere lignende, uden at de have været opslidte eller ubrugbare, ere blevne satte tilside, for at mere virksomme Maskiner kunne træde istedetfor dem. Den Omstændighed, at Cylindrene i Rocket og lignende Maskiner vare udsatte for Luftens Paavirkning, forårsagede en betydelig Varmeforøvelse, og det blev derfor besluttet, at fjerne dem fra den ydre Side af Rjeblen og at stille dem i en Kasse umiddelbar under Skorstenen. Denne Kasse blev opvarmet ved Rjebles Næthed og endnu mere ved den varme Luft, som udstømmer af Rørene. Denne Forandring fremkaldte en anden, som forbedrede Maskinens Virksomhed. I de ældre Maskiner blev Stæmplets Bevægelse meddeelt Hjulet ved en Forbindelsesstang, som var forbunden til en af Egerne paa den yderste Side af Hjulet, saaledes som Fig. 58 viser. Da Cylindrene nu ved den ovennævnte Forandring bleve anbragte imellem Hjulene under Skorstenen, saa var hiin Bevægelsesmaade ikke mere anvendelig, og man holdt det for bedre, at forbinde Stæmpelstængerne ved andre Stænger med to Krumtapper, som bleve stillede i rette Vinkler paa de store Hjuls Arel. Ved denne Forandring viste det sig, at Maskinens Bevægelse blev mere eensformig og at mindre Spænding fandt Sted, end i den tidligere Indretning. Derimod medførte Anvendelsen af en Arel med Krumtapper en betydelig Forringelse af dens Styrke, hvilken alene kunde opveies ved at gøre Metallet tykkere og sværere, og selv disse Forsigtighedsregler forebygge ikke altid at en saadan Arel brækker i Vinklerne ved Krumtapperne. Man anseer desuagtet Fordelene af denne Indretning i det Hele taget for overveiende.

De bedste, nu brugelige, Maskiner ere forsynede med to Sikkerheds Ventiler, af hvilke kun den ene er tilgængelig for Maskinmesteren. Varmen bliver, da Rørene ere mindre og mere talrige end i de ældre Maskiner, fuldkommen absorberet af Luften, førend den træder i Skorstenen. Formedelsk Rørenes ringe Størrelse udfordres stærkere Lufttræk, end forhen, og dette frembringes derved, at Dampen, efter at have bevæget Stæmplerne, drives igjennem en opad rettet Abning i Skorstenen. Denne Indretning lader sig saaledes regulere, at man, efter Behag, kan formere eller formindste Lufttrækket.

En af de bedste, nu*) brugelige, Dampvogne er fremstil-

*) 1835.

lét i Fig. 65. A er den cylindriske Deel af Rjedlen, igjensnem hvilken strække sig flere Rør, ligesom i Rocket. Af disse Rør er der ialmindelighed 80 indtil 100, af omtrent $1\frac{1}{2}$ Tommes Gjennemsnit. Rjedlen er henimod 7 Fod lang. Ildkammeret er anbragt i den ene Ende, ved F, ligesom i Rocket og indrettet paa samme Maade. Cylindrene ere befæstede i et Kammer i den anden Ende, umiddelbar under Skorstenen. Stæmpelstængerne blive, ved Ledere, understøttede i deres horizontale Retning, og Forbindelsesstænger strække sig fra disse under Vognen til begge Krumtapperne paa de store Hjuls Axel. Virkningerne af Banens Ujævnheder hæves ved Fjedre, paa hvilke Maskinen hviler, og som ere anbragte under de store og over de smaae Hjuls Axel. Dampen indlades og udlades af Cylindrene ved de almindelige Glidere, som bevæges af eccentricke Skiver, der ere befæstede paa de store Hjuls Axel. Bevægelsen meddeles Gliderne fra disse eccentricke Skiver ved Forbindelsesstænger. Ved Enden af Maskinen i Nærheden af Ildkammeret F, har Maskinmesteren sin Plads. To Haandgreb L staae frem ved samme Ende. De ere forbundne med Gliderne ved Stænger, for at styre Maskinen og forandre dens Bevægelse. Hjulene paa disse Maskiner ere ialmindelighed af Træ og beslagne med Jern; men i den senere Tid har Stephenson i nogle Tilfælde anvendt Jernhjul med hule Eger. Maskinen trækker en Vogn efter sig, der indeholder Vand og Kul, og med en let Last tilbagelægger den Veien imellem Liverpool og Manchester, uden at der undervejs indtages Vand, men naar den er svært belæst, indtages ialmindelighed Vand midtvejs.

92.

Kaste vi et Blik tilbage paa alt, hvad vi hidtil have anført, saa ville vi see, at Dampvognes Virksomhed paa Jernbaner fornemmelig er afhængig af tre Omstændigheder: 1. af Trækkets uhindrede Virkekraft paa Jlden, hvilket frembringes ved at Epildebampen drives igjennem Skorstenen. 2. af en uhindret Virkning af den Indretning, hvorved Luften, der udstrommer fra Ovnen, afgiver sin Varme ved det af Boott h angivne Rør-System. 3. af at Cylindrene holdes varme ved at anbringes under Skorstenen*). Disse ere, mindre betydelige

*) Robert Stephenson en duelig og erfaren Mechaniker, lægger megen Vægt paa denne Betingelse. Andre have i den senere Tid opgivet den, for at kunne undvære den dermed forbundne forkrøppede Axel med to Krumtapper. (see 91)

Enkeltheber frareguede, de vigtigste Forbedringer, hvilke ingen Maskinfabrikant skulde tilføjesætte.*)

Den efterhaanden paafulgte Anvendelse af Forbedringer af Dampvognene har forarsaget en forholdsmæssig Forøgelse af deres Virkekraft, og en stor Besparelse af Brændsel. De ere nu komne paa et Punct, der ligesaa meget overstiger de meest forhaabningsfulde Entrepreneurers første Forventninger, som det er langt fra den Fuldkommenhed, hvilken disse beundringsværdige Maskiner endnu kunne opnaae.

Sagtagelser, som i Foraaret 1832 bleve gjorte paa Banen imellem Liverpool og Manchester, gav Resultater, som ere, uagtet de siden indførte Forbedringer af Maskinerne, i det Væsentlige endnu uforandrede. Dampvognen Victory, der veier 8 Tons og 2 Centner, trak 20 Lastvogne, belæssede med en Vægt af 92 Tons 19 Centner, fra Liverpool til Manchester

*) Stephenson har senere taget Patent paa en forbedret Construction af Dampvogne til Jernbaner, hvorved de forkrympede Axler ere mindre udsatte for at brække. Denne meget væsentlige Forbedring bestaaer deri, at der anbringes sex Hjul under Vognen, af hvilke de to, hvorpaa Maskinen virker, ere større end de andre Hjul. De store Hjul ere befæstede paa en forkrympet Axel, med to Krumtapper, der er anbragt under Midten af Vognen, og hvert Par af de mindre Hjul paa en fælleds Axel, foran og bageved de store Hjul. Da fire Hjul ere tilstrækkelige til at styre Vognen paa Jernbaner, ere ifkun de smaae Hjul forsynede med Glancher paa Fælgerne, for at de ikke skulde springe af Sporet. De store Hjul ere derimod aldeles cylindriske afdreiede, uden noget Fremspring paa Fælgerne, og da de folgelig hvile paa Sporet med en Flade, der er aldeles parallel med Axlen, bortfalder derved det for de forkrympede Axler saameget skadelige Sidetryk, som opstaaer naar Hjulfælgerne, saaledes som paa de ældre Vogne, dannes kegleformig, for at den fremstaaende Glanche ikke skal glide imod Banen. Den Axel, som er meest udsat for at brække, er naturligvis den, hvorpaa Maskinen virker, men om endog et saadant Tilfælde indtræffer, vil Vognen ikke let kunne springe af Banen, da den i alt Fald hviler paa fire smaae Hjul, der ere forsynede med Glancher; og den store Fare, som kan opstaae ved at en af Axlerne brækker paa en Vogn med fire Hjul, forebygges saaledes ved at lade Vognene hvile paa sex Hjul. En Vogn efter denne forbedrede Construction er fremstillet i Fig. 66. Den bedre Maade, hvorpaa Fjedrene ere anbragte i denne, i Sammenligning med de ældre Vogne, er tilslige angiven i Figuren.

Dversf. Anm.

i en Time, 34 Min. 45 Sec. Paa en Ekstraaning med en Stigning af 1 paa 96, som strækker sig $1\frac{1}{2}$ Miil, blev Dampvognen understøttet af en anden Maskine, kaldet „Samson,” og Stigningen blev tilbagelagt i 9 Minutter. Der blev paa den hele Rejse forbrugt 929 Pund Coaks, som gav et Forhold af $\frac{1}{3}$ Pund for hver Ton paa en eng. Miil. Paa den vandrette Deel af Banen tilbagelagdes 18 Mile i en Time, paa en Hældning af 4 Fod paa en Miil, $2\frac{1}{2}$ Mile i Timen, og paa en Stigning af 8 Fod paa en Miil, $17\frac{1}{8}$ Mile i Timen. Dampvognen Samson, der veier 10 Tons 2 Centner, med 130 Rør igjennem Kjedlen, trak 50 Vogne, belæssede med Kjøbmandsgods af 150 Tons Nettovægt, iberegnet Vognen og Forraadet af Kul og Vand, i det Hele taget en Vægt af 223 Tons 6 Centner. Denne Rejse blev tilbagelagt i 2 Timer og 40 Min., Opholdet undervejs fraregnet; paa vandret Bane tilbagelagdes 2 eng. Mile i en Time, paa en Hældning af 6 Fod paa en Miil, 16 Mile i en Time, og paa 8 Fods Stigning paa en Miil, 9 Mile i en Time. Der blev forbrugt 1762 Pund Kul, eller $\frac{1}{4}$ Pund for hver Ton pr. Miil.

93.

Af de meddeelte Sagttagelser fremgaaer, at en Dampvogn, som er i god Stand og har sin fulde Last, kan transportere Lasten med et Brændselsforbrug, der udgjør omtrent 8 Lod Coaks for hver Ton pr. Miil. Til at besørge det Fornødne ved Maskinen udfordres blot en Maskinmester og en Sprøsser. Det bør dog bemærkes, at Maskinerne sjelden erholde fuld Last, og detsom ringere Lasten transporteres, saa blive naturligviis Omkostningerne forholdsmaessig større. Det virkelige Brændselsforbrug paa Banen mellem Liverpool og Manchester ligger omtrent anslaaes til et halvt Pund Kul for en Ton paa hver eng. Miil.

94.

Vi have udviklet disse Maskiners Virkekraft, og maae nu ogsaa angive nogle af de Maaler, som de have. De store Udgifter til Maskinernes Anskaffelse og de bethdelige Bekostninger, som deres Vedligeholdelse medfører, have meget angrebet Entrepreneurernes Hjælpemidler. Det er imidlertid at forvente, at Bekostningerne ved den opstaaende Concurrence og den

store Færdighed, som opnaaes ved megen Øvelse, herefter ville blive formindskede. Men langt betydeligere end de første Udgifter have været, ere de Bekostninger, som ere foranledigede ved at Maskinerne slides og at saadanne Dele brække, der ere udsatte for den største Spænding, hvilke Tilfælde langt have overstredet hvad Entreprenørene forud havde antaget. Disse betydelige Bekostninger kunne vel tilskrives den Umstændighed, at Maskinerne i Forholdene og Indretningen af deres enkelte Dele endnu ikke have opnaaet den Grad af Fullkommenhed, som de kunne modtage og som alene ved Erfaringen kan opnaaes, men ikke desto mindre gives der nogle Mangler, som ere isærefaldende. Rjederne ere flade i Enderne og disse ere af Jern, ligesom selve Rjeden. Rørene, som gaae igjennem denne, vare i Førstningen af Kobber. Opvarmes Rjeden, saa udvides Rørene i en høiere Grad, end Rjedens øvrige Dele, og blive derfor ofte utætte i Sammensøiningerne. Den Nødvendighed, at udtage og igjen befæste Rørene, forarsager bestandig Udgifter. Man vil erindre sig, at Jldrummet er anbragt i den ene Ende af Rjeden umiddelbar under Mundingen af Rørene. Det stærke Lufttræk igjennem Jlden fører Aske og glødende Kul med sig og driver dem med Hæftighed igjennem Rørene, i særdeleshed de nederste, som derfor snart blive beskadigede, da de glødende Kul angribe deres indre Overflade. Efterhaanden maa enkelte Rør erstattes med nye, og forsummes dette, saa springe de ikke sjelden. Efter en vis Tids Forløb maa Maskinen forsynes med nye Rør, hvilket medfører en Bekostning af næsten 70 Pund Sterling, Værdien af de Gamle iberegnet. Rørene vilde ikke forbrændes i saa kort Tid, naar Jldrummet blev anlagt noget lavere og længer fjernet fra deres Mundinger, eller endnu bedre, naar man anbragte en Metalbeholder, fyldt med Vand imellem Jldrummet og de Rør, der meest ere udsatte for de glødende Kul. Den ved Varmen forarsagende ulige Udvidelse af Rørene og Rjeden vil være en ulægelig Mangel, naar man ikke vil forandre Maskinens nuværende Form. Kunde man anbringe Jldrummet og Skorstenen i samme Ende af Rjeden, saaledes at Rørene erholdt en krum Skikkelse, saa vilde den ringe Udvidelse ikke have nogen skadelig Virkning, men det vilde blive mere vanskeligt at rense Rørene, naar de, saaledes som nu, vare udsatte for de glødende Kul. En anden Årsag til Bekostningerne er, at den Endeplade, som er udsat for Jldens Virkning, forbræn-

der. Den maa derfor stedse repareres og ofte aldeles udtages, for at erstattes med en ny Plade.

En betydelig Forbedring er i den senere Tid bleven indført, idet man har anvendt Messing-Rør istedetfor Kobber-Rør. Hvad endog Uarsagen maatte være, saa har Erfaringen viist, at Messing-Rør langt fra ikke forbrænde saa hurtig, som Kobber-Rør.

Nogle, som ere Antagonister imod Jernbaner og endnu mere imod de nu brugelige Dampvogne, have paastaet, at Bedligholdelsen af en af disse Vogne koster aarlig 1,500 Pund Sterling, og at Directeurerne for Jernbanen imellem Liverpool og Manchester nærede den Hensigt, aldeles at opgive Dampvogne, og at bruge staaende Maskiner eller Hestekraft. Hvad den første af disse Paastande betrefter, saa maa jeg bemærke, at Bekostningerne ved Reparationen af disse Maskiner ingeniunde bør beregnes ihenseende til Tid, men meget mere efter hvad de have præsteret eller de Distancer de have gennemløbet. Jeg har overbevist mig om, at Maskiner ofte have tilbagelagt en Distance af 25,000 a 30,000 Mile, for end det har været nødvendigt at forsyne dem med nye Rør. Medens de præstere saameget, maae vel enkelte Rør erstattes med nye og andre Reparationer foretages, men Bekostningerne, herved ville sikkerlig ikke være saa store, som de Vognens Anskaffelse har medført. Den anden Paastand, at Interessentskabet havde til Hensigt at indføre staaende Maskiner eller anvende Heste, istedetfor Dampvogne, er aldeles ugrundet; hermed vilde man gaae tilbage i Forbedringernes Fremstriden, og dette er visselig ingeniunde Directeurernes Hensigt.

Bekostningerne ved Dampvognene have saa meget oversteget de tidligere Overlag, at man i Begyndelsen af Aaret 1834 holdt det for passende, at anstille en Undersøgelse over Uarsagerne til Forskjellen imellem de anslaaede og de virkelige Udgifter, i den Hensigt, at udfinde practiske Midler til at formindste Bekostningerne. Der blev derfor udnævnt en Committee til, i Forening med Interessentskabets Kassierer, Booth, at udføre en saadan Undersøgelse, og Resultaterne bleve fremstillede i en grundig og tilfredsstillende Beretning.

Walker og Rastriæ havde i deres tidligere Erklæring, hvori de raade til at anvende Dampvogne, anslaaet, at Fragten for en Ton vilde udgjøre 0,278 Penny eller omtrent en Farthing pr. Mæl. Men fem Aar efter de af dem anstillede Undersøgelser viste det sig, at de virkelige Omkostninger beløb

sig til 0,625 Penny, eller noget over en halv Penny for en Ton pr. Miil, hvilket er mere end det dobbelte af hvad det oprindelig var anslaaet. Booth bestræbte sig for at opdage Aarsagerne til denne Afvigelse idet han sammenlignede de af Walker og Rastrell ved deres Angivelse antagne Omstændigheder med de, under hvilke Varettransporten virkelig fandt Sted. Den første Forskiel, som han bemærkede, hidrørte fra Hastigheden, hvormed Transporten blev udført. I Overslaget var antaget en Hastighed af 10 engelske Mile i en Time, og der blev paastaet, at en firedobbelst Hastighed vilde udfordre en Forøgelse af Kræften af 50 Procent, uden at Maskinens Slid og Bræk blev bragt i Regning. Men da det nu viste sig, at den virkelige Hastighed var dobbelt saa stor som den, der tidligere var lagt til Grund for Overslaget, ansaae Booth det for nødvendigt, endvidere at tilføie 25 Procent.

Den anden Forskiel angik den Last, som Vognene kunne transportere. I Overslaget var antaget, at enhver Dampvogn kunde afgaae med fuldt Læs og dermed tilbagelægge den hele Wei. Men Erfaringen har viist, at istedetfor at være fuldt belæssede fra Manchester, kom Halvdelen af Vognene tomme tilbage til Liverpool; og istedetfor at man havde ventet at Lasten var bleven transporteret den hele Wei, passerede mange tusinde Tons Varer ikkun den halve Deel af Weien. Der blev endvidere bemærket, at man, for at transportere Vare fra Sideveiene og de mellemliggende Pladser, assendte daglig flere Gange Dampvogne fra begge Banens Endepunkter, hvormed man mere havde til Hensigt at oprette en gavnlig Communication, end at erholde en øieblikkelig Fordeel. Booth anslog det Tab, som disse Omstændigheder havde forarsaget, saa høit, at han tilføiede det oprindelige Overslag 33 Procent.

En anden Forskiel hidrørte fra Brændstet. I Overslaget havde man antaget Steenkul og beregnet Prisen til $5\frac{1}{2}$ Shilling pr. Ton. Men senere forbed en Parlaments Act at bruge Steenkul, formiedelst Røgen, og Interessentskabet maatte derfor bruge Coaks til $17\frac{1}{2}$ Shilling pr. Ton.

Ved at bringe disse forskjellige Afvigelser i Regning og forholdsmaessigt at forhoie det Anslaaede, viste det sig, at Transportomkostningerne stige til 0,601 Penny pr. Ton paa en engelsk Miil, hvilket, paa $\frac{1}{40}$ Penny nær, er de nuværende Omkostninger. Denne Forskiel kan ogsaa tilstrækkelig forsvares ved det forøgede Slid, som den større Hastighed for-

aarsagebe, isærdeleshed naar man tog, i Betragtning, at mange Maskiner vare byggede, førend Mechanikerne kjendte den store Hastighed, som man siden forbrede. Hvad er nu Resultatet af disse modsatte og indbyrdes imod hinanden virkende Omstændigheder? sagde Booth i den af ham udkastede Beretning fra Committeeen; og hvorledes er Interessentskabets nuværende Stilling ihenseende til den bevægende Kraft? Svaret bliver, at det endnu stedse er paa Veien til Forsøg, for practisk at udfinde den bedste Bygningsmaade og de meest varige Materialier til Dampvogne, som skulde transportere større Laster og opnaae en større Hastighed, end man endnu for kort Tid siden ansaae for mulig, og som den dristigste Opfinder kunde indbilde sig; fremdeles at alle Forsøg ikke kunde blive udførte med det rolige Overlæg og de afmaalte Skridt, som en gavnlig Forsigtighed byder, hvorved ethvert nyt Skridt paa Veien til en Opdagelse maa prøves, førend man vover et andet, men tildeels midt under den Trængsel og Uro, som følger af en tiltagende Samfærdsel. Directeurerne, som ikke kunde vide, hvorlænge enhver Maskine vilde vare, førend den blev sat tilside som uvirksom, men vare nødsagede til at benytte Maskinerne enten de vare gode eller flette, maatte, uagtet de kjendte de forskjellige Mangler og Ufuldkommenheder, hvilke dengang ikke lode sig høre, bestandig holde Maskinerne i Bevægelse. Endnu er dette store Forsøg ikke fuldenbt, men de største Vanskeligheder ere tildeels overvundne, og det lader sig vente med Grund, at Bekostningerne ville i denne Henseende snart blive betydelig formindskede, naar man tillige tager i Betragtning, hvad Maskinerne nu udrette, i Sammenligning med de Virkninger, som man saa for saa Aar siden.

I det med den 31 December, 1831, sluttede halve Aar havde sex af de bedste Dampvogne (Planet, Merkur, Jupiter, Saturn, Venus, Etna) tilbagelagt 66,044 Mile, enhver enkelt 8000 a 12,000. Men idet med den 31 December, 1833, sluttede halve Aar havde de sex daværende bedste Masker (Jupiter, Saturn, Sun, Etna, Ajax, Firesley) i det Hele taget tilbagelagt 95,351 engelske Mile, enhver enkelt 15,000 a 17,000).

95.

De Fordele, som man søger at opnaae ved Jernbaner, blive betydelig formindskede ved de mange Vanskeligheder, der

opstaae ved de Afvigelser fra en vandret Flade, som ialmindelighed findes i alle Veie, men som af særdeles Harsager, gjøre Dampvogne stor Skade. Vil man forklare sig, hvori disse Vanskeligheder bestaae, saa maa man lægge Mærke til det Forhold, der er imellem Trækkekræften paa en vandret Vej og paa et Skraaplan. Paa en vandret Bane kan man maaffee anslaae den Trækkekraft, som udfordres til at transportere en Last, der hviler paa Vogne af den nu almindelige Bygningsmaade, til $7\frac{1}{2}$ Pund*) pr. Ton; det vil sige, dersom en Vogn paa en vandret Jernbane var belastet med en Tons Vægt, saa vilde den Hestekraft, som udfordredes til at trække Lasten, være liig $7\frac{1}{2}$ Pund, og blev Lasten forøget til to eller tre Tons Vægt, saa vilde den fornødne Trække-Kraft stige til 15 eller $22\frac{1}{2}$ Pund. Denne Trækkekraft, som udfordres, deels fordi Veien ikke er fuldkommen jævn, og deels formedelsk Hjulenes og Vognaxlernes Gnidningsmodstand, er lige stor, enten Veien er vandret eller den har en Stigning, og der maa derfor, naar en Vogn skal bevæge sig opad et Skraaplan, tilføies Trækkekræften, den Kraft, som udfordres for at modvirke Vognens Stræben efter at løbe nedad Skraaplanet. Denne Stræben staaer altid i samme Forhold, som Høiden staaer til Længden; det vil sige, et Skraaplan med en Stigning af 1 Fod paa 100 vilde give en Vægt af 100 Tons en Stræben efter at glide ned, som var liig 1 Ton, og der maatte derfor føies 1 Ton til den Kraft, som udfordres til at trække en saadan Last paa en fuldkommen vandret Vej. Da nu $7\frac{1}{2}$ Pund er omtrent $\frac{1}{300}$ af en Ton, saa vilde, naar et Skraaplan havde en Stigning af 1 Fod paa 300 eller, som er det samme, af $17\frac{1}{2}$ Fod paa en engelsk Miil, en saadan Høide kræve en Forøgelse af Trækkekræften af $7\frac{1}{2}$ Pund paa en Ton. Et Skraaplan af denne Høide vilde altsaa kræve en dobbelt saa stor Trækkekraft som en fuldkommen vandret Vej; en Stigning af 35 Fod paa en engelsk Miil tre Gange saamegen Kraft, og saaledes fremdeles. Vilde vi derfor udregne den Kraft, som udfordres til at transportere en Last opad en vis Stigning paa en Jernbane, saa maae vi først regne $7\frac{1}{2}$ Pund, som den Kraft, der udfordres til at

*) Man regner nu ialmindelighed 9 Pund pr. Ton, men efter de af Forfatteren paa Jernbaner anstillede Forsøg, anseer han dette for at være for høit, og han er af den Mening, at selv en Trækkekraft af $7\frac{1}{2}$ Pund i Gjennemsnit paa en vandret Bane er for meget.

overvinde Veiens Gnidningsmodstand, og berefter tilføie 3 Pund for hver 7 Fods Stigning paa en engelsk Miil.

Det er indlysende, at naar en Jernbane er bølgefornig, selv med ringe Stigninger, saa maa den derpaa drivende Kraft kunne foreges i høi Grad i Forhold til den Stigning, som den har at overvinde. En Stigning af $52\frac{1}{2}$ Fod paa en eng. Miil, er næppe mærkelig for Diet, og dog kræver den en firebobbelt foreget Trækkraft.

Det er en Egenkab ved den dyriske Kraft, at dens Styrke, inden visse Grændser, kan forandres eftersom Omstændighederne fordrer det, men de mechaniske Kræfters Styrke kan i det omhandlede Tilfælde ikke saa beqvemt forandres, uden inden snævre Grændser.

Man har forsøgt at overvinde de Vanskeligheder, som opstaae ved Dampvognes Anvendelse paa bakkede Steder, paa forskjellige Maader:

1. Ved Ankomsten til Foden af en Stigning fordeles Lasten, saa at Maskinen kan bringe den opad ved at gjøre flere Toure, paa hvilke den gaaer tom nedad. Men dette Hjælpermiddel forarsager Dphold og er derfor ikke udførligt under en stor Frequentis af Reisende. Var Maskinen fuldtbelæst, saa vilde det være nødvendigt, efter hvad vi foroven have anført, at bringe Lasten op i fire Afdelinger, naar Stigningen var 52 Fod paa en eng. Miil. Dette Middel har man undertiden anvendt paa Banen imellem Liverpool og Manchester ved at transportere Kjøbmandsvarer.

2. Der kan stedse holdes en Hjelpe-Dampvogn paa rede Haand ved Foden af enhver Stigning, for, saasnart Vognrækken ankommer, at understøtte den Maskine, som trækker den, i at bringe den opad. Imod dette Middel strider den Indvending, at det er kostbart saaledes at holde en Maskine færdig til at afgaae naar det behøves. Det vilde være nødvendigt, stedse at lade Jiben brænde, enten den blev brugt eller ikke, thi ellers maatte Vognrækken vente ved Ankomsten indtil Hjælpe-maskinen kunde træde i Virksomhed. Men hvor der afgaaer og ankommer Rækker af Vogne til bestemte Tider, vilde denne Indvending have mindre Vægt. Paa Banen imellem Liverpool og Manchester, anvendes dette Middel nu ialmindelighed; men paa en flraa Glade af betydelig Længde kan det ikke være fordeelsagtigt.

3. Der kan paa det øverste Punct af Bakken opføres en faststaaende Dampmaskine, med hvilken ved Toug

kan forbindes en Vognrække ved Foden af Stigningen. En saadan Maskine vilde være istand til at optrække en eller to Rækker af Vogne paa engang tilligemed Dampvognene, saasnart de vare ankomne, uden at noget Ophold fandt Sted. Men ved denne Maade er det nødvendigt, bestandig at holde Maskinen paa rede Haand, for at den kan udøve sin Virkekraft naar det gøres nødvendigt. Dette Middel kan næppe forenes med en stærk Frequentz af Reisende, uden ved Banens Endepuncter.

4. Paa en fuldkommen vandret Wei kan Forbindelsen imellem Kjedlen og Cylindrene i Dampvognene indskrænkes derved, at Regulator-Ventilen (see 58) tildeels lukkes for at gjøre Dampens Tryk paa Stæmplerne betydelig mindre, end i Kjedlen. Lader der sig under saadanne Omstændigheder tilveiebringe et tilstrækkeligt Tryk paa Stæmplet til at trække Lasten paa den vandrette Wei, saa kan Ventilen, naar Vognen nærmer sig en Stigning, aabnes, for at Dampen kan udøve et større Tryk paa Stæmplet, der er saameget større, som det tidlige Tryk i Kjedlen oversteeg Trykket paa Stæmplet. Ved ligeholdes en saa levende Jld, at der er en tilstrækkelig Damp-tilstrømning, medens Vognen passerer Stigningen og den opnaaede Kraft staaer i Forhold dertil, saa vil Dampvognen, uden videre Hjælp, trække Lasten opad. Herved bør dog bemærkes, at Maskinens Last i dette Tilfælde maa være ringere end den Vægt, der kan trækkes ved Hjulenes Bedhængen ved Banen, thi Bedhængningen maa svare til den Kraft, som udfordres til at trække Lasten paa en flaa Glade, da Hjulene ellers ville ombreies, uden at bevæge Vognen fremad, om Kraften endog blev nok saa meget forøget ved at aabne Regulator-Ventilen. Man bruger i almindelighed denne Maade ved at befordre Reisende paa Banen imellem Liverpool og Manchester, og det er i Sandhed ogsaa den eneste hidtil bekjendte, der lader sig forene med den Hurtighed, som er fornøden ved en saadan Communication; dog kan indvendes derimod, at der maa vedligeholdes et langt større Tryk i Kjedlen, end der er nødvendigt for Lastens Transport paa den vandrette Deel af Banen. Ved at anvende denne Maade lader Kjedlens Virksomhed sig ogsaa forøge derved, at dens Forsyning med Vand standses medens Vognen passerer Stigningen. Man vil erindre sig, at der er et Kar med koldt Vand paa Bivognen, som følger Maskinen, og at Vandet bliver drevet fra dette ind i Kjedlen ved en Pumpe, som bevæges af Maskinen. Denne

Pumpe er saaledes indrettet, at den tilfører saameget koldt Vand, som der fordampes, saa at der stedse er en lige stor Vandmængde i Kjedlen. Men paa den anden Side er det indlysende, at Vandets Tilstrømning hindrer Fordampningen, thi medens det bringes til samme Temperatur som det varme Vand, ved at blande sig med dette, maa det optage en betydelig Deel af den af Jiden meddeelte Varme. Maskinmesteren kan, naar Vognen passerer en Stigning i Banen standse Vandpumpens Virksomhed, for at fremskynde Dampudviklingen. Fordampningen vil da skee med større Hurtighed, og den derved forarsagede Mangel paa Vand kan erstattes med Pumpen paa den næste vandrette Deel, eller endnu bedre ved den næste Hældning i Banen, hvor Maskinens Virksomhed er afbrudt, da Vognrækken bevæges ved sin egen Tynghed.

Dette Middel kan, med Fordeel, anvendes paa de Jernbaner, som alene ere bestemte for Rejsende, naar Stigningerne ikke ere større end 18 Fod paa en eng. Mil, og selv Stigninger af 36 Fod paa en eng. Mil kunne paa denne Maade overvindes, naar man vil opoffre en Deel af den bevægende Kraft. Da dette Offer dog er betydeligt, saa vil det maaskee være bedre at anvende Hjælpmaskiner ved store Stigninger.

5. Forbindelsen imellem Stæmplerne i Cylindrene og Hjulenes Bæroringspuncter med Banen kan ved Ankomsten til en Stigning forandres saaledes, at Stæmplerne udøve en større Virkning paa Hjulene. Dette lader sig gjøre paa flere forskjellige Maader, men hidtil har man ikke udfundet noget Middel, som var saa simpelt, at det kunde practisk udføres, og om der endogsaa frembød sig et Middel, som egnede sig hertil, saa maatte i alt Fald, med mindre den drivende Kraft paa samme Tid beholdt en forøget Styrke, Vognens Hastighed formindskes i samme Forhold, som Stæmplerne virkede med en større Kraft paa Hjulene. Saaledes vilde Hastigheden paa en Stigning af 55 Fod paa en eng. Mil, næsten formindskes til en Fjerdedeel af den Hastighed, hvormed den øvrige Deel af Banen passeres.

Hvilke Midler man endogsaa maatte anvende for at overvinde Stigninger, saa er det forbundet med Ubequemmeligheder at lade Vognene løbe nedad. Farten nedad fremskyndes nemlig ved Tynghedekraften, og dersom den ikke modvirkes, saa vil Vognrækken, naar Hældningen, selv med en ringe Stigning, har en betydelig Længde, erholde en Hastighed, som vilde være meget farlig. Hemmekoen, som man bru-

ger paa Landeveie ved at kjøre ned ad en Bakke, kan ikke anvendes paa en Jernbane, og selv en Spærre-Indretning, der kunde anvendes ved Hjulene, vilde ikke være ganske sikker. Gnidningen, som frembringes ved Hjulenes hurtige Bevægelse, antænder undertiden Træet, og Jern kan ikke anvendes.

Efter alt hvad vi have anført, er det indlysende, at betydelige Stigninger ere under Kunstens nuværende Standpunct hinderlige for den fordeelagtige Benyttelse af en Jernbane, og selv ringe Stigninger forbundne med temmelig store Vanskeligheder*).

96.

Skulle Dampvogne udøve deres fulde Virkekraft, saa er det nødvendigt, at enhver Maskine erholder en meget betydelig Last at trække. Med de Kundskaber vi nu have, er det ikke muligt at bygge tre Dampvogne af samme Slags, af hvilke enhver Vogn trækker en Last af 30 Tons med samme Beskøftning og samme Virkekraft, som en Dampvogn, der transporterer 90 Tons. Deraf opstaaer Ubequemmeligheder og Vanskeligheder, naar man vil benytte disse Maskiner paa den fordeelagtigste Maade, nemlig til at befordre Reisende. Der vil ikke engang imellem Stæder, som forbindes ved en meget betydelig Samfærdsel, ved enhver Afgangstid være saamange Reisende, som en Dampvogn kan befordre paa en Jernbane**). Det er ogsaa meget vanskeligt at samle et saa betydeligt Antal Reisende til en bestemt Tid, og der gives derfor intet andet Middel til at afhjælpe denne Ubequemmelighed, end at benytte den samme Maskine, som bruges til at befordre Reisende, til:

*) Der kan ved Stigningen i en Bane anbringes en Indretning, liig Sluserne i Canalerne. Vognrækken kunde rulles paa en Flade, som lod sig hæve ved Maskinerie. Ved en Forandring af den vandrette Flade af Banen vilde saaledes den ene vandrette Deel, ligesom ved Trappetrin, føre til den anden, paa hvilken Lasten kunde hæves ved en Kraft, der blev bevæget ved Maskinerie. Man vilde da erholde den Fordeel, at Vognene stedse bleve bevægede paa en vandret Bane.

**) Ved et Baddeløb i Newton, 15 Mile fra Liverpool, bleve to Dampvogne affendte for at afhente de Reisende fra Baddeløbet. Ved et Uheld blev den ene af disse Vogne hindret i at gjøre Tilbagereisen, og begge Vognrækker bleve derfor trulne af een Maskine, som ved denne Leilighed befordrede 800 Personer til Liverpool i et Tidsrum af omtrent en Time.

lige til Varetransport, saa at Varene kunne completere Lasten, naar der ikke er et tilstrækkeligt Antal Reisende. Er Vares transporten tilstrækkelig, saa kunne saadanne Maskiner steds- afgaae med fuld Last.

97.

Sammenligner man Beløbet af Anlægs Capitalen og de aarlige Bekostninger ved Banen imellem Liverpool og Manchester, og lægger begge Dele til Grund for Beregningen af Omkostningerne ved lignende Foretagender, saa maane flere vigtige Omstændigheder tages i Betragtning. Jeg har allerede berørt hvormange Penge, der blev anvendt til Dampvogne, hvilke blot kunne betragtes som Maskiner, der ved anstillede Forsøg, ledede til derefter paafulgte Forbedringer. De fleste af disse Maskiner ere vel endnu brugbare, men af de allerede anførte Grunde tilsidesatte. Andre Actie-Forbedringer ville naturligtviis høste Fordeel af de Erfaringer, som Liverpool-Compagniet har betalt saa dyrt, og denne Fordeel vil steds- stige, indtil deres Foretagender ere fuldførte.

En stor Deel af de løbende Udgifter ved en Jernbane er uafhængig af Banens Længde, og udgjør kun noget mindre for den Linie, som forbinder Liverpool og Manchester, end de ville udgjøre ved Banen mellem London og Birmingham. Ingenieurers Ansættelse, Vognremisers Opførelse og andre Fornødenheder ved Linies Endepuncter ville kun lidet forøge Bekostningerne ved en Bane af betydelig Længde; og den samme Bemærkning er ogsaa anvendelig ihenseende til flere andre Udgiftsposter.

Efter det Interessentskabs Exempel, som har oprettet Canalforbindelsen imellem Liverpool og Manchester, have ogsaa Directeurerne, for at concurrere med Canalen, anlagt Oplagssteder og Pakhuse til de Varer, som transporteres imellem begge, uden derfor at forhøje Fragten. Disse Bygningers Opførelse har været forbunden med betydelige Bekostninger og deres Vedligeholdelse medfører aarlig store Udgifter. Paa en længere Bane vilde saadanne Udgifter, om de end vare nødvendige, ikke forholdsmæssig stige.

98.

Sammenligner man Transport ved Dampkraft med Transport ved Heste, selv paa Jernbaner, saa fremtræde denne nye Krafts Fordele paa den meest paafaldende Maade. For

at gjøre sig fuldkommen bekendt med disse Forbe-
 tage i Betragtning, hvorledes Dyrets Kraft bruges som Trans-
 portmiddel. Den Kraft som en Hest anvender til at trække
 en Last, er afhængig af den Hastighed, hvormed Hesten bevæger
 sig. Denne Hastighed har en vis Grændse, ved hvilken en
 Hest maa anvende sin hele Kraft, for at bevæge sit eget Le-
 geme, og saaledes ikke er istand til at trække nogen Last; og
 paa den anden Side gives der en vis Last, som en Hest netop
 kan bære eller trække, men uden derved at være istand til at
 bevæge sig med nogen nyttig Hastighed. Imellem begge disse
 Grændser for Bevægelse ligger et vist Forhold, i hvilket Dyrets
 nyttige Virkning er størst. Ved stærk byggede Heste kan man
 i Gjennemsnit ansætte dette Forhold til to eng. Mile i en
 Time, og ved Heste, som have en finere Bygning, til halv-
 tredie Mil i en Time. Overstiger Hastigheden disse Grænd-
 ser, vil den Last, som de ere istand til at transportere, for-
 mindskes i større Forhold, end Hastigheden tiltager. Dersom
 den Last, som en Hest kunde transportere i en Dag en vis
 Afstand, naar den tilbagelagde 4 eng. Mile i en Time, saaledes
 ansættes til 121, saa vilde den samme Hest ikke være istand
 til at transportere mere, end en Last af 64 en lige lang
 Afstand, naar den løb 7 eng. Mile i en Time, og skulde
 den tilbagelægge 10 Mile, saa vilde den Last, som den kunde
 transportere, formindskes til 25. Antages det nu, at den nyt-
 tigste Hastighed, hvormed en Hest kan arbejde, er to eng. Mile
 i en Time, saa kan den, naar den daglig arbejder i 10 Timer,
 transportere en Last af 12 Tons paa en vandret Jernbane
 indtil en Afstand af 20 Mile, saa at man kan anslaae den
 hele Virkning af en Dags Arbejde til 240 Tons, transporteret
 een eng. Mil.

Men dette Forhold imellem forskellige Hastigheder ved
 Transport passer ikke til Personbefordring, og man maa der-
 for, dersom det er nødvendigt at benytte Heste som bevægende
 Kraft, have særskilte Vogne for Reisende, saa at Varer kunne
 blive transporteret med den Hastighed, ved hvilken Hesten
 virker med den størst mulige Kraft, medens Reisende blive
 befordrede med den Hastighed, som, om den end er nok saa be-
 kostelig, er uundgaelig nødvendig.

En almindelig Postkarets Vægt er omtrent to Tons, og
 paa en temmelig jævn Landevei gaar den 10 eng. Mile i en
 Time. Det Antal Heste, som dertil stedsse maa holdes paa
 rede Haand, iberegnet de paa forskellige Stationer uundgaelig

nødvendige Reserverehste, beregnes efter et Forhold af een Hest for hver eng. Miil. Det Arbeide, som en Hest præsterer, ved at benyttes paa denne Maade, kan derfor beregnes til to Tons, transporteret to eng. Mile i en Dag, eller til fire Tons, daglig transporteret een Miil. Den Trækkekræft, som udfordres paa en god Landevei, udgjør i det mindste tyve Gange saameget som paa en vandret Jernbane, hvoraaf følger, at under lignende Omstændigheder, udgjør en Hests Virkning paa en Jernbane tyve Gange saa meget som paa en almindelig god Wei. Den Virkning, som en Hest udøver, der tilbagelægger 10 eng. Mile i en Time paa en vandret Jernbane, vil altsaa kunne ansættes til 80 Tons, daglig transporteret een eng. Miil.

De bedste Dampvogne paa Banen imellem Liverpool og Manchester kunne transportere 150 Tons*) paa den vandrette Linie af Banen i samme Tidsforhold, og naar man regner ligesaa megen Tid til Ophold, saa ville de daglig transportere 150 Tons 200 Mile, eller 30,000 Tons een eng. Miil. Heraf følger, at en Dampvogn af denne Slags udretter ligesaa meget som 7,500 Heste kunne udrette paa en god Landevei, eller 375 Heste paa en Jernbane. Til en saadan Virkning udfordres 16 Lod Coaks pr. Ton paa hver engelsk Miil, iberegnet det Brændsel, der medgaaer under Opholdet. Det daglige Brændselsforbrug vil altsaa, under saadanne Omstændigheder, stige til 15,000 Pund Coaks, og to Pund Coaks ville daglig udrette det samme som en Hest paa en god Landevei, og 40 Pund daglig ligesaa meget, som den udretter paa en Jernbane.

Ved denne Sammenligning antage vi, at Dampvognen virker med den fordeelagtigste Hastighed, Hestekraften derimod med den mindst fordeelagtige, naar der blot tages Hensyn til det hele Quantum af den i en vis Afstand transporterde Last. Men i det her forudsatte Tilfælde er Hastighed et uundgaaeligt nødvendigt Element, og Dampkraften har derfor det store Fortrin for Hestekraft, at den Hastighed, hvormed den virker fordeelagtigst, netop er den, som passer bedst for Reisendes eller Vares Transport.

99.

Sammenligner man Dampens Virkninger med Hestekraft under en mindre hurtig Bevægelse, saa vil Dampkraftens For-

*) En Ton er 2240 Pund *angelsk*.

dele ogsaa her fremtræde, dog i en mindre paafaldende Grad. En Lastvogn med otte Heste veier ialmindelighed 8 Tons og tilbagelægger $2\frac{1}{2}$ eng. Miil i en Time. Stærke Heste kunne paa denne Maade daglig arbeide i otte Timer og hver Hest gaaer saaledes daglig 20 eng. Mile. Man kan derfor ansætte det Arbeide, som hver Hest forretter, til 20 Tons, transporterende een eng. Miil, og da dens Virkekraft paa en Jernbane er tyve Gange saa stor, saa kan den beregnes til 400 Tons, transporterende een eng. Miil daglig. En Hest, som arbeider paa denne Maade, forretter derfor fem Gange saameget som en Hest, der tilbagelægger 10 eng. Mile i en Time, da denne daglig ifkun transporterer 4 Tons een Miil paa en god Landevei, eller 80 Tons paa en Jernbane. Dette giver os Forholdet imellem Hestens Arbeide ved at trække Lastvogne og Virkningerne af en Dampvogn. Kunne to Pund Coaks udrette ligesaa meget som en Hest ved at trække en Postkaret, og 40 Pund Coaks det samme Arbeide, som den kan forrette paa en Jernbane, under en Hastighed af 10 Mile i en Time, saa følger heraf, at 10 Pund ville udrette det samme som en Hest paa en Landevei, og 200 Pund ligesaa meget Arbeide, som den kan forrette paa en Jernbane, under en Hastighed af $2\frac{1}{2}$ Miil i en Time.

Da nu en Dampvogn kan udrette ligesaa meget i en Dag, som 7500 Postkaret-Heste, saa følger deraf, at den forretter ligesaa meget Arbeide, som 1500 Fragtvogne-Heste.

Det bør ikke forglemmes, at disse Virkninger i enkelte Tilfælde undergaar Forandringer og kun ere Gjennemsnits-Beregninger. Forskjellige Dampmaskiner afgive ligesom forskjellige Heste, ulige Virkninger, og da de Veie, paa hvilke der anvendes Heste, ikke ere lige gode og have forskjellige Ujævnheder, saa maa de Virkninger, som frembringes ved Hestekraft, blive meget forskjellige.

Ogsaa ved den practiske Sammenligning af Dampens mægtige Virkninger paa Jernbaner, med den ringe Virkning, som Heste kunne frembringe paa en Landevei, bør tages i Betragtning, at, under den store Fordeling af Lasten og hyppige Ophold underveis, er Hestekraften mere fordeelagtig, eftersom det oftere maatte hænde sig at Dampvogne, der kunne transportere en overordentlig Vægt, afgaae med en, i Forhold til Trækkekraften, altfor ringe Last, end at Heste, der kunne afgaae med smaae Læs i korte Mellemrum, trække en mindre Vægt end de ere istand til at transportere. Dette er i Vir-

feligheden en practisk Vanskelighed, der møder ved Dampvognes Anvendelse paa Jernbaner, og som maaskee for nærværende Tid vil indskrænke den alene til saadanne Steder, imellem hvilke der er en levende Færdsel.

Den meest paafaldende Virkning af Dampkraftens Anvendelse paa Jernbaner, er den overordentlige Hastighed, som kan opnaaes paa disse; og den er saa meget mere mærkelig, som denne Fordeel ikke blev forudseet, før end Erfaringen viste den. Vi have allerede bemærket, at man, ved Anlæggelsen af Banen imellem Liverpool og Manchester, fornemmelig gjorde Regning paa Varetransporten, og ikke ventede at Personbefordringen vilde afgive den største Fordeel. Beregninger over fremtidige Planer ville derfor blive væsentlig forandrede efter disse Erfaringer, og en levende Frequent af Reisende vil ansees som en nødvendig Betingelse for, at et saadant Foretagende vil erholde et heldigt Udfald.

Bringer man disse Fordele af Hastigheden i Beregning, saa lader Hestekraften sig aldeles ikke sammenligne med Dampkraften. Af de allerede nævnte Forsøg fremgaaer, at en Dampvogn kan trække 90 Tons med en Hastighed af henimod 20 eng. Mile i en Time og transportere en Last af denne Størrelse to Gange imellem Liverpool og Manchester i omtrent tre Timer. Der vilde udfordres 270 Heste til at transportere den samme Last paa Fragtvogne, i en Dag, en lige Veilængde. Der kan indvendes derimod, at hine Forsøg ere anstillede under gunstige Omstændigheder, og at der paa de vanskeligste Steder blev anvendt Hjælpevogne; men i almindelighed udføres Varetransporten, hvortil der ikke udfordres nogen stor Hurtighed, med en Hastighed af ikke mindre end 15 eng. Mile i en Time. Ved Personbefordringen er det vanskeligt at vedligeholde en stor Hastighed, naar Vognene ofte standses, for at modtage eller affætte Reisende. Der gives paa Banen imellem Liverpool og Manchester to Slags Vogne, af hvilke den ene ikkun standser nogle Minutter midtvejs imellem Banens Endepuncter. Disse Vogne tilbagelægge 30 eng. Mile i halvanden Time og undertiden i en Time og 10 Minutter. Paa den tilbeels vandrette Deel af Banen er Hastigheden ialmindelighed 27 eng. Mile i en Time, og jeg har undertiden seet, at 30 Mile ere blevne tilbagelagde i en Time. Men denne Hastighed, som opnaaes ved Dampmaskinens sædvanlige Virksomhed under Transporten af Varer og Reisende, er langt under de nuværende Dampvognes Virkekraft hvad Transportens Hurtighed

betræffer. Nogle Prøvetoure, paa hvilke Dampvognen havde en ringe Last at trække, viste, at der kan opnaaes en betydelig Forøgelse af Hastigheden. Ved et af disse Forsøg trak Dampvognen en Vogn med 36 Personer 48 eng. Mile i en Time, og jeg troer, at en Maskine, som blot havde Bivognen et trække, har tilbagelagt 15 Mile i 15 Minutter.

Men naar Dampvognene ihenseende til Hastighed kunne udrette saameget, hvorfor har man da ikke ladet dem gaae med en større Hurtighed, end 25 eng. Mile i en Time, hvilken er den almindelige Gjennemsnits-Hastighed? Ved at besvare dette Spørgsmaal maae vi bemærke, at den, 30 eng. Mile lange Wei imellem Liverpool og Manchester tilbagelægges i halvtanden Time, og at der gaae 10 Rækker af Vogne med Reisende imellem begge Steder, foruden Postkaretten, som gaaer tre Gange daglig. En større Hastighed vilde derfor paa saa kort en Wei være aldeles unødvendig. Men naar først de længere Baner blive fuldførte, saa ville Omstændighederne forandres, og da vil isærdeleshed Posttransporten tiltrække sig Opmærksomhed.

De Vogne, som man almindeligst bruger paa Banen imellem Liverpool og Manchester, have en meget betydelig Bægt; men til lettere Laster kan bruges lettere og mere hurtigløbende Dampvogne. Transportomkostningerne ved saadanne Maskiner ville vel stige høiere, men den større Hastighed vil rigelig give Erstatning for hine. Naar først London er forbundet med Liverpool ved en Jernbane igjennem Birmingham, saa vil hine Stæders Hovedinteresse naturligviis henlede Opmærksomheden paa at tilveiebringe den størst mulige Hurtighed i Samfærdselen. Til at trække Postkareterne vil der uden tvivl blive bygget særskilte Maskiner, som ere passende til lettere Laster og større Hastighed. Ved saadanne Maskiner ville Postkareterne transportere et indskrænket Antal Reisende; og, uden at see hen til de mulige Forbedringer, som Dampvognene nærmere kunne erholde, tvivler jeg ikke paa, at en saadan Last, ved deres nuværende Virkekraft, vil kunne transporteres 60 eng. Mile i en Time. Overlade vi os til de Forventninger, som Dampmaskinens sandsynlige Forbedringer tør vække, saa troer jeg ikke at selv det Dobbelte af denne Hurtighed vil overstige Grændserne for de Virkninger, som Mechanikken endnu er istand til at frembringe.

Den store Udstrækning, som Dampkraftens Anvendelse til at fremme den indre Communication, har erholdt ved de mange,

deels paabegyndte, deels projecterede Jernbaner, gjør det saare interessant at undersøge disse Gjenstande. Hverken Philosophens Wiisdom, Statistikerens Kundskab, eller Statsmandens Blik i Fremtiden er istand til at forudsæe de vigtige Følger, som Udførelsen af disse Planer vil have paa Menneskeslægtens Fremstriben. Hvormeget Civilisationens Fremstribt, Kundskabernes Udbredelse, Emagens Uddannelse og Eædernes Forfinelse ere afhængige af en let og hurtig Sammenblanding af det menneskelige Selskabs Bestanddele, behøver ingen Udvikling. Saalænge Befolkningen bestod af affødrede og uafhængige Mæsser, som ikke kunne blande sig imellem hinanden, bleve deres stumtende Evner aldrig vækkede til Virksomhed, og de vigtigste Egenskaber, som den ene besad, aldrig meddeelt den anden. Ligesom faste Legemer i Physikken, træde de kun langsom i Forbindelse, men naar Bestanddelene blive adskilte, og nye Forbindelser opstaae ved en gjensidig Ombytning af Egenskaberne, da vil der dannes Foreninger, som have langt større Værd, end de oprindelige Elementer.

Civilisationens Udbredelse og Befordringen af Samfærdigheden imellem Folkemæsser, som ere fjernede fra hinanden, have stedse været forbundne med samtidige Fremstribt, og det ene synes at have været Aarsag til, eller en Følge af det andet. Deraf kommer det ogsaa, at Kjøbstædsbeboerne stedse ere forud for Folkemængden paa Landet ihenseende til det aandige Liv. Men de velgjørende Følger af Communicationen kunne, uden at offce Enhvers eiendommelige Fortrin, udstrækkes til begge ved den overordentlige Lethed i Samfærdigheden, som maa blive en Følge af de projecterede Jernbaner. Paa den store Jernbane-Linie imellem London og Birmingham vil man saaledes kunne gjøre Reisen imellem begge Steder for det Halve af de hidtilværende Omkostninger og i den halve Tid, og Færdigheden vil sandsynligviis blive firedobbelt saa stor, om vi endog kun tage Hensyn til det umiddelbare Samkvem imellem Linien's Endepuncter; men see vi hen til de talrige Arme, som udgøde sig i Hovedstrømmen fra alle nærliggende Puncter, saa have vi ingen Analogie, hvorpaa vi kunne stytte en Beregning over den overordentlige Samfærdighed, som da maa finde Sted. Værter, som let fordærvs, og som ere Fornødenheds-Artikler for Stæderne, maae nu alene produceres i Forstæderne, men naar de kunne transporteres tyve engelske Mile i en Time, saa vil Agerdykkeren tilføre dem fra bortfjernede Egne. Kjøbstædsbeboerne ville ikke længere blive indskrænkede til deres snævre

Gader, ikke mere sammentrænges i deres høie Huse, men kunne boe i en Afstand, som nu vilde være for langt fra deres daglige Virkekreds. Kjøbstæderne ville blive sundere, naar deres Indvaanere kunne udbrede sig over en større Overflade, uden at Afstanden forårsager dem Ubequemmelighed. Landlivets Fordelte ville tilflyde Kjøbstæd-Beboerne, og Kjøbstædernes Forfinelse og Dannelse udbrede deres Velgjerninger over den landlige Befolkning.

100.

Canalerne udgjøre i Storbritanien en saa betydelig Deel af de private Eiendomme, at Undersøgelser over Fordelene af dette Forbindelsesmiddel, i Sammenligning med Jernbaner, enten Transporten skeer ved Heste eller ved Dampkraft, ere meget interessante; og den store Udstrækning af Jernbaner i den senere Tid har endnu mere forøget Interessen for slige Undersøgelser. Uden her at indlade os paa en omstændelig Undersøgelse, bemærke vi blot, at naar et fast Legeme bevæges i en Vædske, saa vil det lide en Modstand, som deels er afhængig af dets Tværsnit og deels af den Hastighed, hvormed det bevæges. Det er indlysende, at den Mængde Vædske, som drives foran Legemet, vil være afhængig af dets Tværsnit, og Hastigheden hvormed det fremdriver Vædsken, vil ligeledes være afhængig af dets egen Hastighed. Saalænge Legemets Dybde ikke forandres, vil Modstanden tiltage i Forhold til Quadraten af Hastigheden, det vil sige, under en dobbelt Hastighed vil der være fire Gange saamegen Modstand; under en tredobbelt Hastighed ni Gange saamegen Modstand, og saaledes fremdeles.

Al disse Omstændigheder vil det være indlysende, at naar et Skib bevæges med en vis Hastighed, saa vil det udfordres en fire Gange foreget Kraft til at drive det frem med en dobbelt Hastighed, naar det ikke, under en foreget Hastighed, gaar mindre dybt i Vandet. Forsøg, som man har gjort paa Canaler med Vaade af en særegen Bygning og trukne af Heste, have ledet til det uventede Resultat, at, efter Opnaaelsen af en vis Hastighed, har Modstanden aftaget, istedetfor at tiltage. Denne Kjendsgjerning er overeenstemmende med Lovene for Modstanden, som vi allerede have udviklet. Årsagen til hiin Tilskyndelse hidrører fra den Omstændighed at naar Hastigheden har naaet en vis Størrelse, saa hæves Fartøiet efterhaanden op af Vandet, og gaar saaledes ikke mere saa dybt, som forhen.

Paa nogle Canaler i Skotland befordres Rejsende med

Baade, med en Hurtighed af henimod 10 eng. Mile i en Time, uden at Opholdet ved Sluserne bringes i Regning. Den derved anvendte Hestekraft benytttes her med større Fordele, end den, under en lignende Hastighed, kunde anvendes paa en Landevei, og sandsynligviis ligesaa fordeelsagtig, som paa en Jernbane. Den er tilsyneladende mindre kostbar, end Reisendes Befordring paa Jernbaner, men Hastigheden er langt ringere, og, efter den drivende Krafts Natur, kan den ei heller forøges. Det kan med Grund antages, at en lignende Virkning finder Sted ved Dampskibe. Man har, under en forøget Kraftanvendelse, bemærket paa nogle Postdampbaade, at naar Reiserne tilendebragtes i en kortere Tid, var Kulforbruget mindre. Da nu dette staaer i lige Forhold til den bevægende Kraft, og denne i lige Forhold til Modstanden, saa følger deraf, at i de nævnte Tilfælde maa Modstander ogsaa være bleven formindsket.

101.

Under en meget ringe Hastighed i Transporten er den nyttige Virkning af Hestekraft paa Canaler noget større, end dens Virkning paa Jernbaner; men under enhver Hastighed af mere end tre eng. Mile i en Time er Virkningen større paa Jernbaner; og naar Hastigheden er betydelig, saa vil Canalen aldeles ikke være anvendelig, medens Jernbanen ikke taber nogen af dens Fordele. En Hest kan, med en Hastighed af sex eng. Mile i en Time, trække tre Gange saameget paa en Jernbane, som paa en Canal, og med otte Miles Hastighed i en Time fem Gange saameget.

Men den Umstændighed, som ihenseende til Befordring af Reisende giver Jernbaner, i Sammenligning med Canaler, et Fortrin, som er skadeligt for disse, er den Kjendsgjerning, at den større Hastighed og Billighed, hvormed man ved Dampkraften kan reise paa Jernbaner, sikrer disse ikke alene et Monopol paa at befordre Reisende, men Udbytten af denne Indtægts-Kilde maa ogsaa stige i et overordentligt Forhold. Dette har ogsaa viist sig paa Banen imellem Liverpool og Manchester. Før end den blev aabnet, gik der daglig omtrent 25 Diligencer imellem begge Steder frem og tilbage. Regne vi for hver Vogn 10 Reisende for hver Tour, saa erholde vi 500 for hver Dag, og antage vi, at der ugentlig er passeret 3000, vil Antallet udgjøre i et halvt Aar 78,000. I de sidste sex Maaneder af Aaret 1831 udgjorde Antallet af de

Reisende imellem begge Steder, uden at regne de, som bleve optagne underveis, 256,321, og med hine henimod 300,000. Nu gaaer der ikke mere end een Diligence daglig imellem Liverpool og Manchester, og det viser sig deraf, uden at see hen til Monopolet paa at besordre Reisende, at deres Antal er fire Gange saa stort, som forhen.

Det Transport-Monopol, som Jernbanerne paa denne Maade have erholdt, vil stedse afgive en saa betydelig Fordeel, at Varer kunne transporteres for en forholdsmaessig ringe Fragt.

Til lette Varer, som fordrer en hurtig Transport, ville Jernbanerne stedse beholde Fortrinet; og Spørgsmaalet om de gjensidige Fordele af dette Forbindelsesmiddel og Canaler maa derfor indskrænkes til de Tilfælde, i hvilke det er af større Vigtighed at erholde tunge Varer transporterede for en ringe Fragt, end med stor Hurtighed.

102.

Den første Virkning, som Jernbanen imellem Liverpool og Manchester havde paa Canaltransporten imellem disse Steder var, at Fragtpriserne faldt. Saavidt jeg veed, er Fragten nu lige stor for en Ton paa Jernbanen og Canalen. Man vil derfor naturlignvis spørge, hvorfor da den hurtigere Transport og større Sikkerhed paa Jernbanen, under disse Omstændigheder, ikke i alle Tilfælde sikrer den Fortrinet og berøver Canalen al Fragt? Dette er en Folge af locale og tilfældige Omstændigheder, ligesom ogsaa af personlige Interesser. En stor Deel af begge Steders Beboere ere Actiehavere i Canalen, og det ligger derfor i deres Interesse at lade Canal-farten concurrere med Jernbanen. De give Canalen Fortrin i deres egne Anliggender og søge at formaae Alle, paa hvem de kunne influere, til at gjort det samme i ethvert Tilfælde, hvor hurtig Transport ikke er uundgaelig nødvendig. Iøvrigt gaaer Canalen til Udskibningsstederne i Liverpool og igjennem Manchester i forskellige Retninger, saa at den paa flere Steder begrænses af Murene af flere Dplagssteder, til hvilke da transporterede Varer ere bestemte. Varerne bringes saaledes fra Udskibningsstederne med Vaade lige til Eiernes Døre; men dersom de transporteres paa Jernbanen, maae de først bringes til en af dens Endepuncter.

Elleve Afsnit.

Dampvogne paa almindelige Veie.

103.

Vi have hidtil kun betragtet Dampkraften som et Transportmiddel paa Jernbaner, men den store Lust til nye Foretagender er i den samme Tid ikke bleven staaende derved. Der er gjort flere forskjellige Forsøg paa at anvende Dampvoagne paa almindelige Veie, hvilke tildeels ere kronede med et heldigt Udfald. Man har vel hidtil anseet det for tvivlsomt, om det er practisk udførligt at benytte Dampens Kraft paa denne Maade, men naar vi kaste et Blik tilbage i Historien om Dampmaskinens Opfindelse, saa ville vi finde, at lignende Tvivl og Betænkeliigheder ere opstaaede næsten ved ethvert af dens Fremskridt. Sammenligne vi en Landevei med en Jernbane, saa fremtræder der to Omstændigheder, som aabenbart give det sidste Fortrinet. En af disse Omstændigheder er, at de Hindringer, som opstaae ved Overfladens Ujævnheder for Hjulenes rullende Bevægelse, ere paa en Jernbane betydelig ringere, end paa en Landevei, og vel i et Forhold af 1 til 20. Men dette Forhold er afhængigt af Beskaffenheden af den Vei, med hvilken Jernbanen sammenlignes. En vel anlagt Landevei frembyder mindre Modstand, end en slet, og det er en afgjort Kjendsgjerning, at en, efter Mac Adam's System anlagt, Landevei frembyder langt mere Modstand, end en vel belagt Vei. Dette Spørgsmaals Ufsagrelse er derfor afhængig af et andet, nemlig om Veie, ved Brolægning eller paa anden Maade, kunne blive jævne og mere stikkede for Dampvognen, end de, der nu ere bestemte for Hestekraft?

Men, foruden den større Jævnhed, have Jernbanerne endnu et andet Fortrin for Landeveie, hvilket dog de, der ere imod Dampvognes Anvendelse paa Landeveie, have altfor meget overdrevet. Det er en, for længe siden, bekjendt Lov for Vedhængning, at denne er større imellem Løgner af samme Natur, end de, der ere af en forskjellig Natur. Den er saaledes større imellem Metaller af samme Slags, end imellem to Metaller, som ere af en forskjellig Slags. Men imellem to forskjellige Metaller er den større, end imellem Metal og Stæen,

eller imellem Metal og Træ. Hjulene paa en Dampvogn have en større Vedhængning paa en Jernbane og gjøre derfor paa denne større Modstand imod at omdreies, uden at bevæge Voanen, end paa en Landevei; thi paa Jernbanen forbliver Hjulringen, som er af Jern, stedse i Berørelse med Jernskinnerne, men paa en almindelig Veie ikkun i Berørelse med den stenede Overflade. Støv og andre løst vedhængende Stoffer, som samles paa en Landevei, virke desuden, naar de blive trykkede imellem Hjulene og Veiens faste Overflade, paa en vis Maade som Valfser, saa at Hjulene lettere kunne glide, end naar Veien var ganske reen og de forbleve i umiddelbar Berørelse med den haarde Overflade. At denne Bemærkning er vigtig, viser sig ogsaa paa Jernbanen, hvor Vedhængningen formindskes, saa ofte Skinnerne ere bedækkede med Ting, som ikke ere af samme Materiale, f. Ex. Støv eller vaad Leer. Men omendskiødt Hjulenes Vedhængning er ringere paa en almindelig Veie, end paa en Jernbane, saa er dog den virkelige Vedhængning i det Hele taget større paa Landeveie, end man ialmindelighed har antaget, og fuldkommen tilstrækkelig til at fremdrive Vogne, som trække en betydelig Vægt efter sig.

Den forholdsmaessige Lethed, med hvilke Vogne blive fremdrevne paa Jernbaner og Landeveie, er lige stor for enhver bevægende Kraft, enten den frembringes ved Heste eller Dampvogne; og enten der transporteres Laster ved den ene eller den anden Kraft, saa besidde Jernbaner, i Sammenligning med Landeveie, stedse det samme forholdsmaessige Fortrin, og en vis Kraftmængde af den ene eller den anden Slags vil stedse, i samme Forhold, frembringe en ringere Virkning paa en Landevei, end paa en Jernbane. Men derimod bliver Bekostningen ved en saadan Banes Anlæggelse og Vedligeholdelse at bringe i Beregning, imod den visse Lethed i Transporten.

Ved de hidtil aajorte Forsøg med at anvende Dampvogne paa Landeveie have Entreprenneurerne havt to Formaal for Øie: for det første, at bygge lette og smaae Maskiner, og for det andet, at frembringe en betydelig Kraft. Det er indlysende, at disse to Diemed, under vore Kundskabers nuværende Standpunkt, kun lade sig opnaae ved at frembringe Damp af meget høi Spændighed, saa at den i et ringe Rum frembringer den størst mulige mechaniske Virkning. Den Maade, hvorpaa Vognene ere bevægede fremad, har i det Hele taget været liig den, der bruges paa Jernbanerne, nemlig ved Krumtapper i den ene Hjulaxel, eller ved middelbar at forbinde Stæmpel-

stangen med Hjulene, saaledes som i den i Fig. 58 fremstillede Maskine. I nogle Vogne er Kjedlen og den bevægende Kraft, ligesom ogsaa den Deel af Vognen, der er indrettet til de Reisende, anbragt paa de samme Hjul, men i andre er Maskinen i en særskilt Vogn, og trækker den for de Reisende bestemte Vogn efter sig, ligesom paa Jernbaner.

Hovedforskjellen imellem de Dampmaskiner der bruges paa Jernbaner, og de, som ere indrettede til Vogne paa Landeveie, bestaaer i Kjedlens Construction. Det er her væsentligt, at Kjedlen er lettere og mindre, uden at Kraften formindskes. Man har, for at opnaae dette Niemed, forsøgt, paa forskjellig Maader, at fordele Vandet saaledes, at en betydelig Deel af den Overflade, hvormed det staaer i Berørelse, udsættes for Jldens Virkning. Det blev til den Ende, af de forskjellige Opfindere, fordeelt i tynde Lag imellem Jernplader, som vare i ringe Afstand fra hinanden, for at Jlden kunde virke imellem dem; eller imellem Overfladerne af smaae Rør, som vare stillede saaledes i hinanden, at Jlden kunde slynge sig omkring de yderste og igjennem de inderste Rør.

104.

I Historien om Dampkraftens Anvendelse som et Transportmiddel paa Landeveie, staaer Navnet Goldsworthy Gurney, en Læge og Chemiker i Cornwall, øverst. Nogle Forsøg, som han siden 1822 havde anstillet over Barmen, henvendte hans Opmærksomhed paa den Idee, at anvende Dampvogne paa Landeveie, og siden 1825 beskæftigede han sig med at bygge en Dampmaskine, hvorved han kunde opnaae sit Niemed. Mange andre fulgte hans Exempel. Om de eller nogen anden ved større Begunstigelse af Publicum eller ved større Mandskraft ville overgaae ham paa den Bane han har betraadt, lader sig ikke forudsige. Men hvorledes Udfaldet end maa blive, saa tilkommer Gurney den Ære, at han er den første, som har godtgjort at Tanken er udførlig.

Den Bantroe, den Modstand og selv Spot, som Gurney's Plan fandt, var høist mærkelig. Alle sagkyndige Mekanikere optraadte strax imod hans Ideer. Den Mands-Enæverhed, som undertiden frembringes ved en Dannelses, der fornemmelig, om ikke udelukkende, er rettet paa et blot practiskt Niemed og senere vedligeholdes alene ved practiske Bestræbelser, forklarer nogenlunde, hvad der saaledes mødte ham. Men jeg tilstaaer, at det har ikke været uden med Forundring at jeg i de sidste ti Aar har bemærket den store Bantroe, som ihen-

seende til denne Gjenstand har herstet iblandt Mænd af videnskabelig Dannelse, en Vantro, som selv ved det meest afgjørende practiske Beviis næppe kan bortryddes. „Iblandt de videnskabelig dannede Mænd, siger Gurney, har ingen begunstiget min Mening, uden asdøde Dr. Wollaston.“

Ogsaa Gurney var indtaget af den Fjendom, som saa længe herskede ihenseende til Dampvognes Anvendelse paa Jernbaner og, som vi have viist, væsentlig har bidraget til at forhindre Opfindelsens Fremmskriden. Uden at afgjøre Spørgsmaalet ved Forsøg, antog han ved sine første Arbejder for afgjort, at Hjulenes Vedhængen ved Veien var for ringe, til at man derved kunde bevæge en Vogn; og, som han sagde, havde udmærkede Sagkyndige forsikket ham, at dette var prøvet ved virkelige Forsøg. Det er ikke destomindre paafaldende, at en saa driftig og skarpsindig Mand ikke noiere forhørte sig om de angivne virkelige Forsøg. Han antog det imidlertid for afgjort, at Hjulene ikke vare istand til at fremdrive Vognen, og anvendte megen Umage og Skarpsindighed paa at udfinde Løftestænger og fremdrivende Indretninger, som virkede paa Jorden ligesom Hestehove, til at drive Vognen fremad. Efter flere saadanne frugtesløse Forsøg, bragte den derved opnaaede Erfaring ham til Sandheds Erkiendelse, og han fandt da, at Hjulenes Vedhængning ikke alene var tilstrækkelig til at fremdrive en svær belæstet Vogn paa en vandret Wei, men ogsaa istand til, at bringe den over alle Bakker, som forekomme paa almindelige Landeveie.

Det vilde være udenfor min Plan omstændelig at angive alle de Skridt, som efterhaanden ledede til at forbedre hans Opfindelse. Den er, ligesom andre Opfindelser, efter flere forgjæves Forsøg, skreden fremad; men den har endelig naaet det Punct, hvor den alene ved en omfattende practisk Anvendelse kan opnaae større Fuldkommenhed.

105.

Rjeden i denne Maskine er saaledes indrettet, at alle dens Dele, i hvilke Metal er udsat for Jldens Paavirkning, selv Ristestængerne ikke undtagne, ere i Berørelse med Vandet. Betænker man hvor hurtig Metaller fortæres ved Virkningen af en hæftig Jld, naar de ikke ere i Berørelse med Vædske, saa vil man indsee, hvor fordeelagtig denne Omstændighed er. Jeg har seet, at Stængerne i en nye, aldrig forhen brugt Rist, smeltede paa en eneste Tour imellem Liverpool og Manchester, og Opfinderen af en anden Construction af Dampvogne

har tilstaaet mig, at hans Ristestænger, omendstjondt de havde en betydelig Tykkelse, ikke varede længere, end en Uge. I Gurney's Kjedel bestaae Ristestængerne af Rør, som ere fyldte med Vand og danne egentlig en Deel af Kjedlen. Denne Kjedel bestaaer af tre stærke Jern-Cylindre, som ligge horisontal over hinanden. Et Vertical Gjennemsnit er fremstillet i Fig. 67. D, H og I ere Enderne af de tre nævnte Cylindre. Paa den ene Side af den nederste Cylinder D er befæstet en Række af Rør, som Fig. 68 viser i Plan. Disse Rør ere rettede lidet opad af en Grund, som vi nærmere skulle forklare. Ifølge Gjennemsnittets Natur er kun et af disse Rør synligt i Fig. 67 ved C. De andre Ender af disse Rør A ere forbundne med ligesaa mange opret staaende Rør, af hvilke et sees ved E. Den øverste Ende G af disse opret staaende Rør er forbunden med en anden Række af et lignende Antal Rør K, som udgaae fra G og strække dem i en lidet opadgaaende Kærling til Cylindren H.

I Fig. 69, hvori Kjedlen sees fra den forreste Ende, ere de tre Cylindre betegnede med de samme Bogstaver. Cylindrene D og H ere forbundne ved to verticale Rør B, og Cylindrene H og I ere ligeledes forenede ved to saadanne Rør. Ifølge Gjennemsnittets Natur, kan man kun see et af disse Rør i Fig. 67. Fra den øverste Deel af Cylindren I udgaaer Røret N, igjennem hvilket Dampen ledes til Maskinen.

Man vil have bemærket, at Rummet F er tilbeels indstøttet af Rør, som ere forenede med Cylindrene D og H, hvilke Cylindre ogsaa ere forbundne med hinanden ved Rørene B. Heraf følger, at Vandet, som tilføres Cylindren I, flyder igjennem Rørene, og naar det har fylt Cylindren D og Rørene C, stiger det efterhaanden op i B og E og flyder endelig Rørene K og Cylindren H. Rørene CEK danne Idrummet. Rørene C ere Ristestængerne, og Rørene E og K den bageste og øverste Deel af Dvnen. Ildstedsdøren seer man ved M, Fig. 69. Flammen gaaer imellem Rørene K, og undviger derefter tilligemed den opvarmede Luft i Skorstens-Røret. Den Deel af Heden, som i andre Dvne odelægger Ristestængerne, anvendes her til at opvarme Vandet i Rørene C. Den Varmer, der udstraalet fra Ilden, virker paa Rørene K, paa Rørene E og tildeels paa Cylindren D og H, samt Rørene B. Den varme Luft og Flammen, som tillige

udstrømmer ved A, virker paa Bagsiden af Rørene E og den øverste Side af Rørene K, hvorfra den undviger i Skorstenen.

Opvarmes Vandet i Rørene CEK, saa bliver det specifikk lettere, end Vand af ringere Temperatur, og erholder derved en Stræben efter at stige opad. Det gaaer derfor hurtigt over i H. Imidlertid synke de mindre varme Dele, og den skraa Retning, hvori Rørene C og K ligge, begunstiger det varme Vands Stræben efter at stige i Veiret, saa at der frembringes en meget stærk Circulation saasnart Ilden begynder at virke paa Rørene. Har Vandet erholdt en saa høi Temperatur, at der hurtig udvikles Damp, saa vil der danne sig Bobler; og naar disse forbleve i Rørene, saa vilde Ildens Paavirkning ikke alene opløse Dampen, men ogsaa gjøre Rørene glødende, fordi Vandet ikke gik igjennem dem og derved absorberede Varmen. Rørenes skraa Retning forhindrer disse skadelige Følger. En i Rørene C eller K opstaaet Dampboble, vil, i Forhold til dens Lethed, i Sammenligning med Vandet, stræbe at hæve sig op af dette, og derefter, dersom den er i C, stige imod E, og dersom den er i K, til H. Men Dampens Bevægelse understøttes ogsaa ved Vands hurtige Circulation, der, som vi allerede have forklaret, stedse finder Sted i Rørene; det kunde ellers indtræffe, at en Boble, uagtet Dampens Lethed, i Sammenligning med Vandet, vilde forblive i de snævre Rør, uden at stige. Jeg fremhæver dette isærdeleshed, fordi Rørenes Forbrænding er en Mangel, som man, efter min Mening, urigtig har tilskrevet Rjedlen. For at prøve Sagen ved Erfaring, har jeg forenet to Cylindre, saaledes som D og H, ved et System af Glasrør, paa samme Maade, som CEK fremstiller, og Vands hurtige og bestandige Circulation blev derved synlig. Der dannede sig vel Dampbobler i Rørene, men de gik hurtig over i den øverste Cylinder og steg til Overfladen, saa at Glasrørene ikke erholdt en høiere Temperatur, end Vandet, som gik igjennem dem.

Dette er, efter min Mening, Hovedfortrinet ved Gurney's Rjedel. Det er umuligt at nogen Deel af Metallet kan erholde en høiere Temperatur, end Vandet; og denne Temperatur lader sig regulere med den største Nøiagtighed. Jeg har seet Rørene i denne Rjedel, medens de i lang Tid vare udsatte for Ildens Virkning, og aldrig bemærket, at Eoden, som bedækkede dem, blev glødende, hvilket maatte have været Tilfældet, naar Rørene havde en vis Varmegrad.

Da alle Rjedelens Dele ere cylindriske, saa har den den

Form, som i mechanisk Henseende giver den største Styrke, og i visse Dimensioner indeholder den største Vandmængde. Den er ogsaa fri for de Vanskeligheder, som opstaae ved en ulige Udvidelse, der er saa skadelig i rørdannede Kjedler. Rørene C og K kunne nemlig frit udvide sig efter Længden, uden at løsnes i Sammensøiningerne og uden at der opstaaer nogen Spænding i Kjedlen. De korte Rør E udvide sig vel ogsaa, men ikkun saare lidt, og dette frembringer derfor ikke nogen Spænding i de lange Rør, med hvilke de ere forbundne.

Naar Vand forvandles til Damp, saa bliver ethvert uligeartet Stof, som er forenet med det, frigjort, og lægger sig paa Bunden af Karret, hvori Vandet fordamper. Alle Kjedler maae derfor, Lid efter anden, renses, for at det Bundfald, som saaledes samler sig, ikke skal sammendrynges, og dette er, som bekjendt, ved rørdannede Kjedler forbundet med særdeles Vanskeligheder. I den omhandlede Kjedel vilde den Skerpe, der dannes af Bundfaldet, sammendrynges i Rørene C K, og, naar den ikke blev bortryddet, vilde de tilsidst blive aldeles tilstoppede; Bundfaldet vilde desuden, da det er en slet Varmeleder, optage Varmen ved Overgangen fra Ilden til Vandet, hvorved Metallet i Rørene vilde blive alt for meget ophedet. Gurney, som forudsaae dette, faldt paa et findrigt, kemisk Middel til at forebygge, at Bundfaldet sammendrynger sig, hvilket bestod deri, at han undertiden kom en Eyre i Rørene, hvilken forbandt sig med Bundfaldet, og derved opløste det. Dette Middel var fuldkommen virksomt, ihvorvel den practiske Anvendelse deraf, overladt til almindelige Maskinmestre, ikke var uden Vanskeligheder. Gurney lod sig bevæge af Wollaston til at vedblive det, indtil Erfaringen overbeviste ham om Umuligheden af at gjøre det practisk anvendeligt. Han gik da over til et simplere, men ikke mindre virksomt Middel til at bortrydde Bundfaldet ved mechaniske Indretninger. I den ene Ende af Rørene blev ved G og A anbragt flere Aabninger, som lukkes ved Metallskruer, naar Kjedlen skal bruges. Naar Rørene skulle renses, aftages Skrueerne, hvorefter Bundfaldet bortryddes ved en Jern-Kradser, som trækkes frem og tilbage. Paa denne Maade kan en almindelig Dagleier rense Kjedlen. Hvor ofte en Kjedel af denne Slags bør renses, beroer for en stor Deel paa Vandets Beskaffenhed. Selv ved at bruge ureent Vand er det, som Gurney forsikrer, tilstrækkeligt at rense Kjedlen hver fjortende Dag.

I de senere byggede Kjedler har Gurney frembragt Træk-
ket ved at lade Spilbedampen strømme igjennem Skorstens-
røret. Denne Indretning har viist sig fuldkommen virksom,
og man har kun gjort den Indvending imod dens Anvendelse
i Dampvogne paa almindelige Veie, at Heste blive noget frøgt-
somme ved den Støi, som Dampen frembringer.

I de Dampvogne, som bruges paa Jernbaner, strømmer
Dampen fra Cylindrene igjennem et Rør lige ind i Skorste-
nen, og undviger der stødviiis ved Stæmplernes afværende Be-
vægelse, hvilket frembringer en Støi, som vel ikke foraarstager
nogen Uleiligheder paa Jernbaner, men som dog paa almin-
delige Veie vilde være betænkelig. I Gurney's Maskiner ledes
Dampen, efter at være undvegen fra Cylindrene, i en Behol-
der, som han kalder Blæsekassen, hvilken gjør samme Nytte,
som den øverste Afdeling af en Blæsebælg. I denne Kasse
strømmer Dampen stødviiis fra Cylindrene, hvorefter den i en
stadig Strøm undviger igjennem mange smaae Rør i Skor-
stenen, og frembringer derved et tilstrækkeligt Lusttræk, uden
at man hører nogen Støi. Dampen har ogsaa en anden Ud-
gang, for at den, der styrer Vognen, kan forøge eller for-
mindste Lusttrækket i Skorstenen, og derved regulere Ildens
Virkning efter Veiens Besskaffenhed. Dette er en stor Be-
quemmelighed, fordi det paa nogle Veie næppe er nødvendigt
at forøge Ildens Virkning ved Lusttrækket, hvorimod en meget
hæftig Ild er fornoden paa andre.

Med denne Blæsekasse er forbunden en anden findrig
Indretning, som er af practisk Vigtighed. Det Rør, hvorved
Forsyningsvandet tilføres Kjedlen fra Beholderen, slynger sig
slangformigt igjennem Blæsekassen, saa at Vandet under et
langt Løb, er udsat for Heden af Dampen, der fra Cylindrene
strømmer i Kassen. Ved at gaae igjennem dette Rør opvar-
mes Vandet fra 12° til 80° R. Det Brændsel, som vilde
udfordres, for at bringe Vandet til denne Temperatur, bliver
altsaa besparet, og man regner, at det udgjør $\frac{1}{2}$ Deel af det,
der er fornoden til Vandets Fordampning. Men det er endnu
af større Vigtighed i en Dampvogn, at Maskinens Vægt
formindskes, uden at den offerer noget af sin Kraft. Medens
Vandet i det nysnævnte slangformige Rør optager Varmen
af den Damp, der indeholdes i Blæsekassen, fortætter det $\frac{1}{2}$
Deel af Spilbedampen, som derfra ledes til Vandbeholderen,

og paa denne Maade spares saaledes $\frac{1}{2}$ Deel i Vægt og Rum af det Vand, som Bognen maa medbringe til Kjedlens Forsyning.

Forsaaarvidt som man ved denne Indretning har søgt at forebygge ubehagelige Tilfælde, som kunne følge af Stoi, da har det viist sig ved Erfaring, at den er fuldkommen tilstrækkelig dertil.

I alle Kjedler forarsager Vandets heftige Opkogning en Bevægelse og mange Modstrømninger, hvorved Dampen, naar den stiger op af Vandet, medfører en betydelig Deel af dette i en mechanisk Blanding. Dersom dette Vand, som ikke besidder nogen af Dampens Egenskaber, og derfor ikke ved at blande sig med denne, forøger dens Spændkraft, føres igjennem Cylinderne, saa forarsager det en betydelig Forøvelse af Varme og Vand, og frembringer desuden andre skadelige Virkninger. Enhver Kjedel maa derfor indrettes saaledes, at det Vand, der indeholdes i Dampen, afskilles fra denne, førend den gaar over i Cylinderen. I de almindelige Kjedler tjener det store Rum over Vandets Overflade til dette Niemed. Dampen bliver her ikke saameget bevæget, og Vandet, hvormed den mechanisk er blandet, synker derfor, formedelst sin Tyngde, saa at den rene Damp bliver tilbage i den øverste Deel af Kjedlen. Men i de smaae rordannede Kjedler har dette været forbundet med større Vanskeligheder. De snævre Rør, i hvilke Dampen udvikles, forarsage, at der blander sig mere Vand med den end i de almindelige Kjedler, og Mangelen af et Damprum gjør Vandets Adskillelse fra Dampen noget vanskelig. Man har overvundet disse Vanskeligheder ved flere forskellige Opfindelser. Jeg har allerede omhandlet den hurtige og regelmæssige Circulation, som frembringes ved Rørenes Indretning. Formedelst den Regelmæssighed, hvormed Dampen strømmer i disse Rør, blandes Vandet ikke saameget med den. Dertil bidrager ogsaa det virksomme Affsondringsmiddel, Karret I, der bestaaer af en temmelig stor Jern-Cylinder, som er anbragt saaledes, at den ikke er udsat for Ildens Paavirkning. Dampen bliver tildeels i Cylinderen II adskilt fra Vandet, og den med dette mechanisk blandede Damp, den saakaldte mættede Damp, gaar over i Karret I. I dette Kar, hvor Dampen er, ligesom i en rolig Tilstand, falde Vandparticlerne paa Bunden, og den rene Damp bliver i den øverste Deel af Karret. Denne særskilte Deel af Kjedlen træder altsaa fuldkommen istedetfor Damprummet over Vandets Overflade i

store Kjedler. Den tørre Damp samles saaledes, for igjennem Røret N at strømme i Maskinen, medens Vandet, der har samlet sig paa Bunden af Karret, gaaer igjennem Røret T til den nederste Cylinder D, for igjen at circulere igjennem Kjedlen.

Maskinens Stæmpler virke paa Bagaxlen ved Krumtapper, ligesom i de Vogne, der bruges paa Jernbaner, saa at Axlen stedse omdreies naar Maskinen arbejder. Hjulene ere ikke bestandig befæstede til Axlen, saaledes som paa de Vogne, der bruges paa Jernbaner, men kunne bevæges paa den ligesom almindelige Vognhjul. Paa Axlen er befæstet to stemstaaende Løftestænger, som omdreies tilligemed denne, og indtage en Stilling, liig to modstaaende Hjuleger. De kunne sættes i eller ud af Forbindelse med Hjulene, saa at den, der styrer Vognen, efter Behag, kan lade dem bevæges tilligemed Axlen, eller lade denne omdreies uden Forbindelse med Hjulene. Maskinen kan, ved Hjælp af disse to Stænger, drive et eller begge Hjul. Forbindes begge Stænger med Hjulene, saa virker Maskinen paa dem begge, og i dette Tilfælde indtræder den samme Virkning, som vi have seet ved de Dampvogne, der bruges paa Jernbaner. Men det er sjelden nødvendigt, at lade Maskinen virke paa begge Hjulene, da Vedhængningen af et Hjul ialmindelighed er tilstrækkelig til at fremdrive Vognen. Der bruges derfor sjelden mere, end en af de faste Stænger, og Vognen bevæges saaledes alene ved et af Baghjulene. Forhjulene dreie sig paa en Axel ligesom almindelige Vognhjul. Disse Hjuls Stilling kan, efter Behag, forandres af den der styrer Vognen ved en Stang og et tandet Hjul, og saaledes kan Vognen stedse styres med Nøiagtighed og Fethed.

Den Trækkekraft, som udfordres til at fremdrive en Vogn paa almindelige Veie, forandrer sig efter Veiens Besskaffenhed, og Trykket paa Stæmplet maa derfor ogsaa kunne forandres. Men endnu flere Forandringer forarsage de Ujævnheder og Bakker, som ialmindelighed findes i Landeveie. Den uundgaaelige Forandring i den drivende Kraft frembringes ved at regulere Dampen i Kjedlen med en Hane, saaledes som vi allerede have anavet ved Beskrivelsen af de Dampvogne, som bruges paa Jernbaner. Men dette Princip drives endnu videre paa de omhandlede Vogne. Dampen i Kjedlen maa have en Spændkraft af 100 til 200 Pund paa Kvadrattommene, hvorimod Trykket paa Stæmplet ikke bør overstige 30

til 40 Pund. Den, der styrer Vognen, kan saaledes disponere over en meget stor Kraft, og skal den passere en Bakke eller en ujævn Vej, saa kan han derved erholde den fornødne Kraft til at overvinde Vanskelighederne.

Man har stedse bekræftet, at det vilde blive vanskeligt at tilveiebringe den fornødne Kraft, for at en Dampvogn kunde bevæge sig over Bakker og ujævne Vejstrækninger, og at Hjulenes Vedhængning ikke er tilstrækkelig til at Vogne derved kunne fremdrives. Den første af disse Vanskeligheder har man søgt at overvinde ved at vedligeholde en meget høit spændt Damp i Rjeden med fuldkommen Sikkerhed; og hvad den anden angaaer, da have alle Forsøg viist, at Hjulenes Vedhængning er fuldkommen tilstrækkelig til at fremdrive Vogne.

Ved et Stæmpelslag af begge Maskiner ombredes de Hjul, der fremdrive Vognen, og den bevæges derved over et Rum, som svarer til Hjulenes Omkreds. Det vil derfor være indlysende, at jo større Hjulenes Gjennemsnit er, desto bedre er Vognen passende til hurtig Transport, hvorimod smaae Hjul passe bedre til Vogne, som gaae med ringe Hastighed. Den fremdrivende Kraft, hvormed Maskinen virker paa Hjulene, staaer i omvendt Forhold til Hjulenes Gjennemsnit. Til Vogne, som ere bestemte til at transportere svære Laster med ringe Hastighed anvender man mindre Hjul, men til de, der skulle befordre Reisende med betydelig Hastighed, er det fordeeltigtst at anvende Hjul af 5 Fods Gjennemsnit.

Iblandt de mange Fordomme, som denne Opfindelse har foranlediget, har ingen været saa skadelig, som den, at Dampvogne beskadige Veiene mere end Vogne, som trækkes af Heste. Denne Bilsfarelse er klart og grundigt oplyst i de Undersøgelser, som det engelske Underhuus har ladet anstille om Dampvognes Anvendelse paa almindelige Veie. Det er deri paa en indlysende Maade godtgjort, at Dampvogne ikke mere beskadige Veiene, end Vognhjulene. Paa Dampvogne kan desuden anvendes brede Fælger, og Hjulene virke derfor som Bølser paa Veiene, saa at de erholde en fast og jævn Overflade. Da de Hjul, hvorved Vognen fremdrives, som beviist, ikke glide paa Veien, gjøre de ikke større Skade, end de almindelig rullende Hjul, og Veiene blive derfor ikke mere beskadigede ved Dampvogne, end ved Vogne, som trækkes af Heste; men den Skade, som tilføies Veiene ved Hestens stampende og stødende Bevægelse, er ofte langt større, end Vognhjulenes skadelige Virkning. Ved den ommeldte Undersøgelse er det ikke alene beviist,

at Indførelsen af Dampvogne væsentlig vil bidrage til Landeveienes Vedligeholdelse, men ogsaa at de kunne gaa med stor Hurtighed til Fordeel for de Reisende, foruden de Bequemmeligheder, som en hurtig Befordring medfører.

Man har gjort den Indvending, at Vægten af det Maskinerie, som udfordres til Dampvogne, er altfor stor, til at de kunne practisk anvendes. Gurney paastaar, at Vægten af hans Vogne lader sig, uden at den fremdrivende Kraft svækkes, formindskes til 35 Centner, med Undtagelsen af Lasten, Brændsel og Vand; og han troer, at Vægten kan endnu mere formindskes.

Gurney's Dampvogn forretter, efter hans Angivelse, naar den gaaer i 8 Timer, det samme Arbejde, som 30 Heste. Han regner, at Vægten af Maskin-Vognen, der kan trække 18 Personer er liig 4 Hestes Vægt, og den Vogn, der er indrettet til de Reisende, ligesaa svær, som en almindelig Vogn, hvori et lige Antal Personer kan befordres. Maskin-Vognen og den Vogn, der er indrettet til de Reisende, vilde derfor have samme Vægt, som en almindelig Postkaret med 4 Heste.

107.

Dampvognene blive paa to Maader benyttede til at befordre Reisende eller Varer paa almindelige Veie: enten trækkes Lasten, paa en anden Vogn eller transporteres paa selve Dampvognen. Man har forsøgt begge Maader og enhver har sine Fortrin og Mangler. Dersom Maskinen og Lasten transporteres paa den samme Vogn, saa vil Vægten af det Hele være ringere i Forhold til Lasten, og derved kan frembringes et større Tryk paa de Hjul, hvorved Vognen fremdrives. Ogsaa troer man at derved opnaaes en større Lethed i at vende og styre Vognen, en større Sikkerhed i at kjøre nedad Bakker og en Besparelse i Drivts-Capitalen. Derimod blive de Reisende naar de ere paa samme Vogn som Maskinen, mere udsatte for at besværes af den Hede, der udstømmer fra Kjedlen. Faren for en Explosion er saa ringe, at den neppe fortjener at berøres, men Frygten for Fare bør, om den endog er ugrundet, ikke blive upaaagtet. Denne Frygt bliver aabenbar hævet eller formindsket, naar de Reisende ere i en særskilt Vogn, som trækkes af Dampvognen; men den største Fordeel af en saadan Afsondring er, at det derved bliver lettere at ombytte Maskinen med en anden, naar der undervejs indtræffer et Uheld eller en Hindring, og dersom dette skeer paa et Sted,

hvor der ikke kunde erholdes en nye Maskine, saa kunne de Reisende blive befordrede ved Heste, indtil man erholdt en anden Dampvogn. Og saa deri ligger en Fordeel, at naar Maskinen repareres eller renses, er det ikke nødvendigt at lade de til de Reisende indrettede Vogne henstaae ubenyttede. Der udfordres ikke det samme Antal Vogne til Reisende, naar Maskinen bruges til at trække, som naar de befordres paa den samme Vogn, hvori Maskineriet er anbragt.

I det Tilfælde at en meget kraftfuld Maskine bruges til at transportere svære Laster, vilde det ikke kunne lade sig gjøre, at stille Maskinen og Lasten paa fire Hjul, da Trykket vilde blive saa betydeligt, at ingen Landevei kunde bære den. I saadanne Tilfælde vilde det være uundgaaelig nødvendigt i det mindste at fordele Lasten paa flere Vogne, som trækkes af Maskinvognen.

Sammenlignes Dampvogne med almindelige Vogne, saa er det øiensynligt, at de Første afgive større Sikkerhed for de Reisende, end de Sidstnævnte. Dampkraften staaer nemlig fuldkommen i vor Magt, og en Dampvogn lader sig styre med en beundringsværdig Sikkerhed. Man kan pludselig standse den, om dens Hastighed end er nok saa stor, og den lader sig vende i et mindre Rum, end en Vogn, bespændt med fire Heste. Bendinger om skarpe Hjørner ere ikke forbundne med nogen Fare, naar den der styrer Vognen kun anvender almindelig Opmærksomhed. Derimod har man langt mindre Heste i sin Magt, isærdeleshed under den Hurtighed, som ialmindelighed ansees for nødvendig. Faren for at Heste blive løbske og Vognen vælter — siger Faren i sin Betænkning til den af Underhuset udnævnte Committée — formindskes meget ved en Dampvogn. Det er meget vanskeligt at styre fire saadanne Heste, som kunne trække en Postkaret med en Hurtighed af 10 eng. Mile i en Time, naar de blive skye eller løbske; og ved en saa hurtig Kjørsel maae de holdes i Aande, som om de stedse vare tilbøielige til at løbe løbsk. Med Dampkraften er derimod mindre Fare forbunden, da man har den fuldkommen i sin Magt ved at spærre for Dampens Indstrømning i Maskinen, naar den gaar ned ad Bakker. Det Tilfælde at en Dampvogn gaaer istykker er vel ofte indtruffen, men naar Vognen er godt konstrueret og Arbeidet vel udført, ville saadanne Tilfælde ikke oftere indtræffe med Dampvogne, end med andre Vogne, som ere indrettede til at befordre Reisende. Faren for at Kjedlen sprænges er den eneste nye Fare, som

indtræder ved Dampvogne, og denne synes ikke at kunne sammenlignes med den Fare, som man er udsat for, ved at kjøre med Heste.

Hvor ringe Faren er for Sprængning, beviser den Kjendsgjerning, at Kjedlerne paa Dampvognene paa Liverpool-Banen, hvilke ere større og ikke saa stærke som Gurney's, aldrig have gjort nogen Skade, uagtet de ofte ere sprungne. Jeg stod nær ved en Dampvogn, da Kjedlen sprang, og dette havde ingen videre Virkning, end at Vandet løb igjennem Rørene i Jiden og flukkede den.

I Fig. 70 see vi Gurney's Dampvogn fremstillet saaledes som den trækker en Karet efter sig.

108.

En af de største Vanskeligheder, som Dampvognene have at overvinde paa Landeveie, er at bevæge sig op ad meget steile Bakker, thi man antager ialmindelighed, at Bakker, med mindre Stigning, ikke frembyde betydelige Vanskeligheder, selv under det Standpunct, hvorpaa vore Kundskaber nu staae. Den Kjendsgjerning, at Gurney, paa en Tid, da hans Dampvogne endnu vare meget ufuldkomne, er passeret dermed over Bakken „Old Highgate“, som paa et Punct har en Stigning af 1 paa 9 Fod, afgjør Spørgsmaalet om Muligheden af at overvinde hine Vanskeligheder. Men der bliver dog endnu tilbage at afgjøre, om den Uleilighed, som er forbunden med at forskaffe Midler til at møde Vanskelighederne ved steile Stigninger, ikke er større, end Fordelen af at kunne overvinde dem. Farey, hvis Mening herom er af stor Vægt, holder for, at det er bedre paa meget steile Bakker at understytte Dampvognene med Heste, end at udsætte sig for den Uleilighed, ved sjelden forekommende Tilfælde, at frembringe den for Maskinen fornødne Kraft. Kommer det blot an paa at erholde en bevægende Kraft, saa synes det mig, at Gurney's Kjedel vilde være fuldkommen tilstrækkelig til at præstere al den Kraft, som udfordres til at drive Vognen over enhver Bakke, der findes paa en Landevei; men man maa ikke forglemme, at dertil ikke alene udfordres et rigeligt Forraad af bevægende Kraft, men at det ogsaa er uundgaelig nødvendigt, at Maskineriet har en, i Forhold dertil, fornøden Styrke og Vægt. Den Vægt og Styrke, som udfordres, for at en Dampvogn kan bevæge sig over steile Bakker, er langt større, end den, der er nødvendig paa en vandret Wei, eller en Bakke med en ringe Stigning,

og heraf følger, at naar en Vogn skal bevæge sig op ad steile Bakker alene ved Dampens Kraft, saa vil den blive belæsset med det hele Maskineri, som udfordres i saadanne særdeles Tilfælde, uagtet det ikkun for endeel er fornødent paa de øvrige Dele af Veien; og Vægten af det forøgede Maskineri er derfor en betydelig Forhindring, forsaavidt som Vognen ellers kunde have transporteret en lignende Vægt af Varer eller Reisende. Det bør ikke destomindre bemærkes, at der iblandt Mechanikerne hersker afvigende Meninger om disse Puncter, og Nogle ansee det for udsørligt, at bygge Dampvogne, som, uden at have nogen ubæqvem Vægt, kunne bevæge sig over enhver Bakke paa en Landvei.

Hvorledes det endog er, saa ere Vanskelighederne af den Art, at de ved det i England fulgte og forbedrede Veis-System blive forholdsmæssig ubetydelige. Var det nødvendigt at tage Heste til Hjælp ved enhver Bakke, som havde en for Dampmaskinens Kraft altfor stærk Stigning, saa vilde en saadan Hjælp i det høieste tre Gange udfordres paa Veien imellem London og Holyhead, og det samme kan siges om andre Veie, paa hvilke der er en levende Færdsel. Jeg deler derfor Farey's Mening, at det, i det mindste for nærværende Tid, vilde være raadeligst, at bygge Vogne, som vare istand til, uden Hjælp, at bevæge sig over smaae Bakker, og kun at tage Heste til Hjælp, naar særdeles Omstændigheder gjorde det nødvendigt.

109.

I Rjedlen i den af Walter Hancoek konstruerede Dampvogn er Vandet fordeelt i smalle Kamre, der bestaae af tynde Jernplader, saaledes som E (Fig. 71) viser; og Mellemrummene H danne Canaler for Flammen og den opvarmede Lufts Træk.

Flere tynde Lag Vand ere her paa begge Sider udsatte for den stærkeste Vicking af Flammen og den ophedede Luft, og der kan derfor hurtig udvikles en rigelig Mængde Damp. De smalle Kamre, hvoraf Rjedlen bestaaer, ere forenede med stærke Jernbolte, der strække sig igjennem den, saaledes som Fig. 71 viser. Afstanden imellem Pladerne er to Tommer. Under Rjedlen er Risten anbragt, hvilken indeholder sex Qvadratsod. Alle Kamrene fyldes med Vand indtil to Trediedele af deres Dybde, og det øvrige Rum indtager Dampen. De ere foroven og forneden saaledes forbundne med hinanden, at Dampen og Vandet kan strømme fra det ene Kammer til de andre, og de

sammenholbes ved de ovennævnte to Bolte. Løslader man disse, saa falde Kamrene fra hinanden, og skruer man dem imod hinanden, saa blive de igjen fast forenede. Ved en Pumpe forsynes Kjedlen med Vand, og Dampen udstømmer fra Midtpunctet af den øverste Deel af et af Kamrene.

Kjedlen er saaledes indrettet, at den kan udholde et Tryk af 400 Pund paa Kvadrattommen; men Dampens Tryk paa Sikkerheds-Ventilen er i Gjennemsnit 70 à 100 Pund paa Kvadrattommen. Af Kjedlens Overflade ere 100 Kvadratfod, som ere i Berørelse med Vandet, udsatte for Ildens Virkning. Denne Dampvogn tilbage lægger 8 eng. Mile, førend der indtages nyt Forraad af Brændsel og Vand. Der bruges omtrent 2 Bushel (168 Pund) Coaks paa en saadan Veilængde.

Hancock's Dampvogne ere deri forskjellige fra Gurney's, at i hine ere de Reisende og Maskinen paa den samme Vogn. Kjedlen er anbragt bag i Vognen og Maskinen imellem Kjedlen og de Reisende, saa at hele Maskineriet er bag ved dem. Vognene ere indrettede til 14 Reisende og veie, foruden Lasten, henimod $3\frac{1}{2}$ Tons. Hjulfælgerne ere $3\frac{1}{2}$ Tom. brede. Hancock paastaar, at hans Kjedler ere saaledes indrettede, at der, endog i det Tilfælde, at de springe, ikke er mindste Fare at besejgte, og ei heller anden Ubehagelighed forbunden dermed, end at Vognen standser. Han anfører, at, medens han kjørte med en Hurtighed af 9 eng. Mile i en Time, og Dampen virkede med et Tryk af 100 Pund paa Kvadrattommen, standsede Vognen pludselig. I Førstningen bemærkede man ikke Aarsagen hertil, men ved at aabne en af Hækerne paa Kjedlen fandt man, at der var hverken Vand eller Damp i den, og ved nærmere Undersøgelse viste det sig, at Kjedlen var sprunget. Da man løsede Skruerne for Bolterne, fandtes der flere store Abninger i Vandkamrene, igjennem hvilke Vandet var løbet i Ilden, men man havde hverken bemærket Støi eller Sprængning, og dette Uheld havde ei heller nogen farlige Følger.

Denne Kjedel har nogle aabenbare Mangler. Det er indlysende, at de tynde Plader have den Form, som, mekanisk betragtet, give mindst Styrke, og, som det synes, vinder ei herved nogen væsentlig Fordeel, som kan erstatte dette ved Størrelsen af den Overflade, der er udsat for Ildens Paavirkning. Det er en stor Feil, at en Deel af Pladernes Overflade er udsat for Ildens Virkning, uden at være i Berørelse med Vandet. Den øverste Deel af det med E (Fig. 71)

betegnede Rum indeholder virkelig ikke andet end Damp. Det har viist sig ved Forsøg, at, naar Damp ophædes over Vandets Overflade, decomponeres den og taber derved sin Spændkraft; men dette er ikke det eneste Ende, som er en Folge af, at den øverste Deel af Metallet ikke er i Berørelse med Vandet, thi Jlden virker vel med en mindre Intensitet paa denne, end paa den øvrige Deel, men ikke bestomindre saa stærk, at Metallet derved ødelægges. Hancock søgte, som det synes, at afhjælpe denne Mangel ved lellighedsviis at give de smalle Vandkamre en saadan forandret Stilling, at den nederste Deel rendte opad og omvendt. Dette maatte vel bidrage til, at de Dele, der ikke vare i Berørelse med Vandet, bleve forbrændte ligesaa meget som de andre, men det Hele blev derved ikke mere varigt. Der er ikke nogen Indretning i denne Kjedel til at affondre Dampen fra Vandet og saaledes Intet, som kunde træde istedetfor Affondrings-Beholderen i Gurney's Dampvogn.

Ristestængerne ere udsatte for en saa stærk Hæde, at de neppe kunne vare længere end een Uge i en Kjedel, som stedse bruges. Trækket imellem de smalle Kamre frembringes ved en Vifte, som bevæges af Maskinen. Dette er maaskee den største Feil ved denne Vogn, i Sammenligning med andre Dampvogne. Den Kraft, som udfordres til at bevæge denne Indretning og som derved berøves Maskinen, er meget betydelig. Hancock har opgivet at lade Maskinen virke paa to Krumtapper paa Bagaxlen, og derfor anvendt en Kjæde uden Ende og to tallede Hjul, hvorom den bevæges. Dette forekommer mig ogsaa at være en Mangel, ihvorvel den Svækkelse i Axlen, som Krumtapperne forarsage, derved undgaaes *).

*) Det ene af de tallede Hjul er befæstet paa en Axel, som er anbragt imellem Vognaxlerne. Paa den førstnævnte Axel er befæstet to Krumtapper, og oven over disse ere Cyliindrene anbragte i en vertical Retning. Stæmpelstængerne udgaae fra den nederste Ende, og disse ere ved to andre Stænger forbundne med Krumtapperne. Formedelt denne Construction kunne Forbindelsesstængerne og Krumtapperne ikkun være korte; de sidste ere derfor ialmindelighed ikke mere end 6 Tom. lange. Ved at forplante Maskinens Kraft ved en Kjæde til Bagaxlen opnaaes maaskee en mere nyttig Virkning, end ved at lade den, saaledes som i Gurney's Dampvogn, virke paa den drivende Axel ved en Forbindelsesstang, men ved Kjædens Gnidning tabes megen Kraft, foruden at Maskinen, formedelt denne Construction, optager et større Rum i Vognen og bliver mere compliceret. Baghjulene kunne, som en

Nathaniel Dgle erholdt et Patent paa en Dampvogn, og gjorde i nogen Tid Forsøg med sin Opfindelse; men da han synes at have opgivet sine Bestræbelser, saa formoder jeg, at det ikke er lykkedes ham at opfylde de Betingelser, uden hvilke Maskinen ikke kan benyttes med Besparelse og Fordeel. Efter hvad han har opgivet for en af det eng. Underhuus udnævnt Comité, bestaae de øverste og nederste Dele af Kjedlen af Tværstykker, som indvendig ere cylindriske og udvendig firekantede. Disse Tværstykker danne to Kammer imellem hvilke strække sig flere Lustrer, og begge Kammerne sammenholdes ved Skruer. Tværstykkerne forenes ved Forbindelsesstykker, og det Hele er saa stærkt forbundet, at der i en Liendedeel af det Rum, andre Kjedler med lavt Tryk indtage, er opnaaet den samme Kraftvirkning, som kan opnaaes i disse, med langt større Sikkerhed. Den Kjedel, hvormed Dgle anstillede sine Forsøg, havde en Ildoverflade af 250 Kvadratsod i et Rum, som var 3 Fod 8 Tom. høit, 3 Fod langt, 2 Fod 4 Tom. bredt, og vejede omtrent 8 Centner. Han anvendte to Dampcylindre, og Stæmplerne virkede paa en Arel med Krumtapper, som, efter Omstændighederne, bleve forbundne enten med det ene eller to af Vognhjulene. Det blev befundet tilstrækkeligt ikkun at forbinde et Hjul med Arlen, uden under meget vanskelige Omstændigheder og en Stigning af 1 paa 6

Følge af Cylindrenes Stilling, ikkun være smaae, og deres Gjennemsnit er derfor ikke mere end 4 Fod.

Saaledes som Kjedlen tidligere var indrettet, vare flere Jernstykker befastede imellem Pladerne i Ildgangen, for at de ikke, ved Dampens og Vandets Tryk i de smalle Kamre, skulde trykkes fra hinanden, og derved spærre Ildgangene; men disse Mellemstykker vare, som man let vil indsee, saameget udsatte for Ildens ødelæggende Virkning, at de inden kort Tid bleve aldeles forbrændte, og Kjedlen maatte derfor ofte repareres og forsynes med nye Mellemstykker. Dette har siden givet Anledning til en væsentlig Forbedring, som bestaaer deri, at Pladerne i Kjedlen ere saaledes udbullede imod Ildgangene, at de fremstaaende Dele, som Fig. 72 viser, møde hinanden, og danne derved Støttestænder imod det indvendige Tryk. Disse Dele træde følgelig istedetfor de tidligere anvendte Mellemstykker, og da de tildeels ere i Berørelse med Vandet, lide de mindre ved Ildens Paavirkning. Kjedlen har derfor ogsaa, siden den erholdt denne Forbedring, saavidt bekjendt, ikkun udfordret saa Reparationer.

Dversf. Anm.

God. Cylindrene, hvoraſ Kjædlen beſtaaer, ere ſaa ſmaa, at de kunne udholde et ſtorre Tryk, end der kan frembringes ved Jldens Paavirkning, og derſom en af diſſe Cylindre ſkulde blive beſkadiget paa en eller anden Maade, ſaa vilde den blot virke ſom en Sikkerheds-Ventil for de øvrige. Selv ved det ſtorſte Tryk er Kjædlen, efter hans Forſikkring, aldrig ſprungen, og det har ikkun været nødvendigt at rensé den eengang i tolv Maaneder.

111.

Dr. Church i Birmingham har erholdt flere Patenter paa Dampvogne til at anvendes paa Veie med Steen-Spor. Kjædlen beſtaaer af tynde Kobberplader, ſom ere ſaaledes ſammenſette, at de danne ſmalle Kamre, hvori Vandet fordeles. Diſſe Kamre, af hvis Overflade en betydelig Deel er udfat for Jldens Paavirkning, danne en retvinklet, langagtig Kaſſe, ſom omgiver Ovnen og Aſkerummet.

Ved ſaadanne Kjædler er det meget vanſkeligt at bortrybde Bundfaldet, der ſammenhænger ſig imellem to ſaa nær forbundne Plader, og Dr. Church foreslog derfor at anvende en Syre, ſom let forbandt ſig med Bundfaldet, hvilket er det ſamme Middel, ſom Gurney anvendte efter Wollaston's Anbeſtaling; men det er ikke praktiſt anvendeligt.

Det er ogſaa at beſværgte, at de Dampkøbler, ſom danne ſig, ikke let nok kunne undvige imellem Pladerne, hvoraſ Kjædlen beſtaaer, og naar de forblive i den Deel af Kjædlen, ſom er udfat for Jldens Paavirkning, ſaa vil Metallet blive altfor meget ophedet. Jeg har iøvrigt ſet denne Dampvogn igang og fundet dens Virkninger meget tilfredsſtillende.

112.

Forkjællige andre Planer til at anvende Dampvogne paa almindelige Veie, af hvilke jeg kun vil nævne de, der ere udfaste af Maudſlay og Field, Maceroni og Ruſſell, ere meer eller mindre fremskredne; men de af mig beſtemte Grænſer tillade mig ikke at indlade mig paa en omſtændelig Beſkrivelse.

Colute Afsnit.

Dampskibsfarten.

113.

Iblandt de forskjellige Maader, paa hvilke Dampmaskinen har bidraget til at befordre det menneskelige Selskabs Fremskriden, er ingen saa vigtig og interessant, som den Bistand, den har ydet Skibsfarten. Før end den laante sine Rjempekræfter til denne Konst, var Farten over Havets Dybde forbunden med store og uundgaaelige Farer og Usikkerhed; men Dampens Anvendelse til at bevæge Skibe har meget sikkert Sømanden imod de Farer, for hvilke han i Storm og Søgang er udsat, og Dampmaskinen har allerede i dens nærværende Tilstand gjort alle, ikke alt for lange, Seereiser ligesaa sikre, som Landreiser. Vi tør modsee Forbedringer, som sandsynligen ville forege Dampmaskinens Kraft saameget, at den kan tjene som et Middel til at forbinde Jordens meest bortfjernede Dele med hinanden.

Den Maade, hvorpaa Dampkraften anvendes til at bevæge Skibe, behøver ingen omstændelig Forklaring. To Hjul, liig almindelige Underfalds-Hjul, forsynede med flade Bræder eller Skovler, ere paa hver af Skibets Sider anbragte saaledes, at de nederste Skovler, under almindeligt Dybgaaende, ere aldeles nedsænkede i Vandet. Disse Hjul ere befæstede paa en Arel med to Krumtapper, der omdreies ligesom Evinghjulet i en almindelig Dampmaskine. Man bruger i almindelighed i Dampskibe to Maskiner, af hvilke hver bevæger en Krumtap. Krumtapperne ere stillede saaledes, at de danne rette Vinkler med hinanden, ligesom Krumtapperne i Dampvognene. Naar den ene Krumtaps Stilling er saaledes, at Maskinen ikke kan bevæge den, er den anden i en saadan Stilling, at Maskinen kan virke paa den med sin fulde Kraft, og det er derfor ikke nødvendigt at anvende Evinghjul. Dampmaskinerne kunne enten være Høitryks- eller Lavtryks Maskiner, men i Europa har man ialmindelighed anvendt Maskiner med lavt Tryk paa Dampskibe. I America, hvor Dampskibsfarten hidtil er bleven langt mere omfattende benyttet, end i Europa, have Høitryks-Maskinerne erholdt en mere udstrakt Anvendelse, og formedelst

det lille Rum de indtage, de ringe Bekostninger, der ere forbundne med deres Anskaffelse, og deres simple Construction, ere de isærdeleshed anvendelige til Skibsfart paa Floder.

Skibs-Dampmaskinen er i nogle Henseender anderledes indrettet, end de almindelige Dampmaskiner. Mangel paa Rum gjør det nødvendigt, saavidt mueligt, at sammentrænge Maskinen, og for at formindste dens Høide, anbringes Ballancen ikke over, men under Cylindrene. Den har egentlig to saadanne Ballancer, een ved hver Side af Maskinen, hvilke ved parallellobende Stænger, der strække sig fra Ballancerne til Tværstykker paa Stæmpelstangen, ere forbundne med Stæmpellet. Den ene Ende af Ballancen er forbunden med Krumtappen ved en Stang, som er rettet opad, istedetfor nedad, saaledes som ved Land-Dampmaskinerne. Forholdet imellem Cylindrenes Længde og Gjennemsnit er anderledes, end ved Land-Dampmaskiner, af den Grund, at man, for at undgaae Høide, anvender korte Cylindre med store Gjennemsnit. Saaledes udgjør Cylindrenes Længde i en Maskine af 200 Hestes Kraft 60 Tom. og dens Gjennemsnit 53 Tom. Ihenseende til Gliberen, Luftpumpen, Fortætteren og flere andre Dele er Maskinen ikke væsentlig forskjellig fra en Landmaskine.

Skibsdampmaskinens Arbeide er af den Betskaffenhed, at stor Regelmæssighed hverken er nødvendig eller mulig. Ved Bevægelsen af Havets Overflade er Skovhjulenes Indtræden i Vandet meget foranderlig, og den Modstand, som Maskinen lider, ligeledes Forandringer underkastet. Regulatoren og andre Dele af den Indretning, ved hvilke Dampmaskinen erholder en saa regelmæssig Gang, som er uundgaelig nødvendig ved dens Anvendelse i Fabrikker, benyttes ikke paa Skibe, og man bruger Intet, uden hvad der udfordres, for steds at lade Maskinen virke med sin fulde Kraft.

Det er af stor Vigtighed, at Maskinen ikkun indtager et lille Rum i Skibet. Kjedlerne ere derfor saaledes byggede, at de, med den mindst mulige Størrelse, udvikle den fornødne Dampmængde. I dette Niemed er en, i Forhold til Kjedlernes Størrelse, langt mere udstrakt Overflade udsat for Ildens Paavirkning. Ildgangene igjennem hvilke den ophebede Luft strømmer i Skorstenen, gaae igjennem Kjedlen, saa at den overalt kan virke paa Vandet ved at stryge imellem lange, smalle Kamre, hvilke løbe frem og tilbage i Kjedlen, indtil de ende sig i Skorstenen. Denne Indretning forøger vel betydelig Bekostningerne ved Anskaffelsen, men paa den anden Side

bliver ogsaa Kjedlens Kraft til at udvikle Damp derved forøget, og de af Watt i Birmingham anstillede Forsøg have vist, at disse Kjedler arbejde med en Brændselbesparelse, der, i Sammenligning med Kjedlerne i Landmaskiner, forholder sig som 2 til 3. Denne Construction medfører derfor ogsaa tillige en Forøgelse af Skibenes Drægtighed.

En af de største Vanskeligheder, som man har at overvinde ved Dampmaskinens Anvendelse paa Skibsfarten, opstaaer af den Nødvendighed, at forsyne Kjedlen med Søvand. Dette Vand, som ogsaa bruges til at fortætte Dampen, indsprøites i Fortætteren og, blandet med den fortættede Damp, pumpes det i Kjedlen som Forsynings-Vand.

Det Salt, der indeholdes i Søvandet, og som ikke fordamper, bliver i Kjedlen. Det adskilles fra Vandet paa samme Maade, som ved Destillation. Da nu Dampudviklingen vedvarer i Kjedlen, saa vil det Salt, der indeholdes i Vandet, stedse formere sig, indtil der har sammendrynet sig en større Deel, end Vandet er istand til at opløse. Der danner sig da et Bundfald, som sætter sig i Fordybningerne paa Bunden af Kjedlen, og det er indlysende, at naar dette Bundfald samlede sig i længere Tid, vilde Kjedlen tilsidst blive fyldt med Salt.

Desuden afsætter Vandet undertiden et Bundfald af Kalk, som danner sig til en haard Skorpe paa Kjedlens indre Overflade. Der bliver ogsaa tillige med det indpumpeede Forsynings-Vand bragt Sand og Mudder i Kjedlen. Alle disse Stoffer forhindre, enten de blive liggende paa Bunden af Kjedlen, eller de sætte sig som en Skorpe paa dens indre Overflade, Ilden fra at virke paa Vandet. Skorpen er ikke sjelden over en Tomme tyk, og saa haard, at stærke Meisler brække, naar man dermed vil bortrydde den. Den af disse Skorper meer eller mindre optagne Hede samler sig i Metallet, og bringer det til en langt høiere Temperatur, end Vandet. Den kan endogsaa, naar Skorpen er meget tyk, gøre Kjedlen glødende. Disse Omstændigheder foraarsage, at den hurtig ødelægges og gøre den endogsaa farlig derved, at Metallet bliver blødere.

Falmindelighed lader man, for at forebygge eller formindskke disse skadelige Virkninger, en Strøm af varmt Vand løbe af Kjedlen, og ligesaa meget koldt Vand indpumpe igjennem Forsyningsrøret. Det varme Vand, der strømmer fra Kjedlen, indeholder, foruden en forholdsmeessig Deel Salt, ogsaa den Deel, som har samlet sig af det fordampede Vand; hvormed det Vand, hvormed Kjedlen forsynes, indeholder mindre Salt-

dele, da det er blandet med fortættet Damp, som ikke indeholder Salt. Paa denne Maade kan man forebygge, at Saltet sammendrynger sig i Rjedlen; dog er dette forbundet med megen Besværlighed og Tab. Det er indlysende, at Udblækslen af det varme Vand og Forspningen af en betydelig Mængde koldt Vand forårsager, at der foredes en stor Deel Brændsel, og det er følgelig nødvendigt, at Skibet belastes med langt flere Kul, end der ellers udfordres til at fremdrive det. Paa lange Søreiser, hvor denne Ubequemmelighed isærdeleshed bliver følelig, er dette en væsentlig Omstændighed. Men foruden Brændslets Forøbelse formindskes ogsaa Skibets Hastighed under Tilstrømningen af koldt Vand, da dette hindrer Dampudviklingen i Rjedlen. Den saakaldte Udblæsning af Vandet bliver kun anvendt undertiden. I det engelske Admiralitets Dampskibe skal den, efter de foreskrevne Regler, foretages hver anden Time, men skeer ialmindelighed kun engang om Dagen.

Dette Middel afhjælper kun tildeels det Onde, som vi have fremhævet. Det løse Bundfald bliver maaskee derved bortryddet, men, foruden dette, danner der sig ogsaa i Rjedlen en, efter Vandets Beskaffenhed, meer eller mindre tyk Skorpe. Desuden komme Forbøderne, for at vedligeholde Maskinens Virksomhed, let i den Fristelse, at undlade at udblæse Vandet, og sjelden kan man forlade sig paa, at de anvende dette Middel med den Stadighed og Regelmæssighed, som, i det Hele taget, er nødvendig for Rjehlens Conservation. De Fartøier, som i denne Henseende have den mest Skade at befrygte, ere de, det engelske Admiralitet tilhørende, Dampskibe, der ere bestemte til lange Reiser. Efter en i August 1834 af Søofficererne Lloyd og Kingston givet Beretning, er Vandets Udblæsning, om det end skeer daglig, uvirksom. De have iagttaget, at Vandet, om man end nok saa omhyggelig paa-seer at lade det, Tid efter anden, udstømme, alligevel, isærdeleshed paa lange Reiser, affætter meget Salt, som samler sig i en tyk Skorpe, og ofte beskadiger Rjehlernes ligesaa meget i saa Maaneder, som ellers i ligesaa mange Aar. Ogsaa de bekræfte, at der foredes en stor Mængde Brændsel ved, at He-den virker igjennem den tykke Skorpe paa den indre Overflade; samt at der, Tid efter anden, maa ublædes Vand af Rjedlen.

Det vilde ikke kunne lade sig gjøre at medtage saa meget reent og friskt Vand i et Dampskib, som var tilstrækkeligt til Maskinens Brug. Man maatte nemlig medbringe en tilstrækkelig Mængde koldt Vand til at fortætte Dampen ved Ind-

sproitning i Fortættøren, samt desuden en Beholder, i hvilken det varme Vand, der udstømmer fra Fortættøren, kunde blive afkjølet. Flere have derfor tænkt paa at udfinde Midler til at fortætte Dampen, uden Indsproitning, og, efterat den er fortættet, benytte den til Kjedlens Forsyning. Dersom dette lod sig gjøre, saa vilde det ikke være nødvendigt at have et større Forraad af reent Vand, end der var tilstrækkeligt til at erstatte den ringe Deel, som spildes ved Utæthed og paa anden Maade, og dette kunde let erholdes ved at destillere Søvand i et lille Kar, der opvarmes ved den samme Ild, som virker paa Kjedlen.

114.

Samuel Hall fra Basford ved Nottingham har taget Patent paa en Fortætter af en ny Construction, som skulde opfylde dette Viemed, samt desuden paa nogle andre Forbedringer ved Maskinen. Denne Fortætter bestaaer af mange snævre Rør, som ere befæstede i en Beholder med koldt Vand. Efterat Dampen har bevæget Stæmplet, strømmer den fra Cylinderen ind i disse Rør og bliver da strax fortættet ved deres kolde Overflade. Den flyder derpaa, som Vand, fra Rørene og bringes da, paa sædvanlig Maade, ved Luftpumpen i en Beholder, som forsyner Kjedlen. I de Skibsdampmaskiner, som ere konstruerede efter Hall's Patent, ere Rørene stillede i en vertical Retning; Dampen strømmer fra Cylinderen i den øverste Deel af Fortættøren, som bestaaer af et smalt Kammer, og derpaa igjennem Rørene til et lignende Kammer forneden, fra hvilket den, efterat være bleven forvandlet til Vand, bortføres af Luftpumpen.

Det er indlysende, at man paa Søen let kan erholde det fornødne kolde Vand til at afkjøle Fortættøren, saa at Dampen stedse kan blive fuldkommen fortættet ved at strømme igjennem saadanne Rør, naar de have den dertil fornødne Overflade. Det Vand, som erholdes paa denne Maade, er reent destilleret Vand, og dersom Kjedlen fyldes med Vand, som ikke indeholder nogen jordagtige eller andre Stoffer, der kunne affætte Bundfald eller Skorpe, saa kan den benyttes i lang Tid, uden at beskadiges. Den ringe Vandmængde, som spildes ved Utæthed, bliver i Hall's Maskine erstattet ved en egen Indretning, hvori der kan destilleres en tilstrækkelig Mængde Søvand.

Hall paaftaaer, at hans Fortætter besparer saameget Brændsel, at det undertiden udgjør en Trediedeel af det almindelige Kulforbrug; at Kjedlerne derved beskyttes imod den Skade, som de almindelige Maskiner lide ved Sovandets ødelæggende Virkning, eller ved andet ureent Vand og ved Afsetning af jordagtige Dele; at den besparer den Tid, der udfordres til at rense Kjedlen; at Maskinens Virkekraft forøges betydelig ved at Kjedlen holdes reen, og at der ikke indsprøites koldt Vand, som igjen maa udpumpes af det lufttomme Rum; at Stæmp-let og Ventilerne i Luftpumpen blive mere varige; at flere af Maskinens Dele bevæges med større Letthed; at Vandet i Kjedlen, ved en selvvirkende Indretning, stedse holdes i samme Høide; at Kjedlen, formedelsk dens større Virkning, er langt mindre, end i Maskiner af samme Størrelse.

Den engelske Regjering har ladet Virkningerne af denne Opfindelse undersøge ved de nævnte Officierer Lloyd og Kingston, og de anførte i deres Beretning, at Resultatet var saaledes, at det ikke lod noget tilbage at ønske. Iblandt de vundne Fordele regne de Maskinens forøgede Varighed, Forebyggelsen af Tilfælde, som opstaae ved Eigegyldighed, eller paa anden Maade ved at Indsprøitningen standses, og den større Sikkerhed for Sprængning, som Kjedlerne ere udsatte for, naar Vandet staaer for lavt. Men Kjedlens forøgede Varighed og Brændsel-Besparelsen ansee de for at være de vigtigste Fordele, med hvilke ingen anden vil kunne sammenlignes.

Omtrent sexten Maskiner, som deels ganske ere byggede efter Hall's Princip, deels kun ere forsynede med hans Fortætter, havde i October 1835, i kortere eller længere Tid, været i Virksomhed paa flere engelske Skibe, og, efter Kibernes og Skibsførernes eenstemmige Vidnesbyrd, opfyldt alle af Opfinderen lovede Fordele. Man kunde have anseet det for trivialt, at der, uden den alm'abelige Fortætningsmaade, ved Indsprøitning af koldt Vand, lod sig tilvejebringe et luftomt Rum i Fortætteren; men, som det synes, vedligeholdes der i disse Maskiner et mere luftomt Rum, end i de Almindelige, hvori Afkjølingen stæder ved Indsprøitning. Barometer-Prøven varierer fra 29 til 29½ Tom. og stiger undertiden til 30. Dette viser, at Fortætteren frembringer et temmelig luftomt Rum, som er tilstrækkeligt til alle præctiske Niemed. Der har aldrig dannet sig Skorpe, og naar Vandet nogle Gange har affat Bundfald, har dette været saa ubetydeligt, at Kjedlerne ikkun een gang halvaarlig maatte renses.

Saavidt jeg veed, har man endnu ikke prøvet Hall's Indretning ihenseende til den, ved en vis Kulmængde, frembragte Kraft. Den blotte Kjendsgjerning, at der vedligeholdes et godt Vacuum i Fortætteren, kan ikke ansees som et afgjørende Beviis paa Maskinens Virksomhed. Uagtet der ikke kommer Vand eller Luft i Fortætteren bruger Hall dog en ligesaa stor Luftpumpe, som i de almindelige Maskiner med lavt Tryk, og tilraader endog at bruge større Pumper. Hvad er Grunden hertil? maatte man vel spørge. Er der intet andet at bortskaffe end den fortættede Damp, saa burde en meget lille Pumpe være tilstrækkelig. Man kan ikke forundre sig over, at der vedligeholdes et godt Vacuum i Fortætteren naar den Kraft, der anvendes til at bevæge Luftpumpen, benyttes til at udpumpe Damp, som ikke er fortættet.

Jøvrigt fortjener det at bemærkes, at Hall's Fortætters Kun er en nye Frembringelse af Watt's tidligere Opfindelse. Watt's Søn besidder nemlig en Tegning af en Fortætters, som i Aaret 1776 skulde have været forelagt det engelske Parlament, og hvori foreslaaes den samme Fortætningsmaade, uden Indsprøitning. Men desuagtet opgav Watt Tanken, fordi han fandt, at der ved dette Middel ikke hurtigt nok kunde frembringes et saa lufttømt Rum, som ved Indsprøitning. Sandsynlig bannede der sig ogsaa et Bundfald i Rørene i Fortætteren, hvorved Afkølingen blev forhindret. Hall har, som det synes, fundet Midlet til at forebygge disse Virkninger.

Hans Opfindelse fortjener endnu i en anden Henseende Opmærksomhed. I alle Dampmaskiner undviger der megen Damp igjennem Sikkerheds-Ventilen. Saa ofte Maskinen standser, gaaer Dampen, som ellers strømmer fra Kjedlen til Cylinderen, igjennem hiin Ventil over i Atmosfæren. Naar Maskinerne arbeide med ringere Kraft, og derfor ikke forbruge Dampen saa hurtigt, som den udvikles i Kjedlen, gaaer den overflødige Damp ligeledes igjennem Sikkerheds-Ventilen. Men efter Hall's Princip er det nødvendigt at spare det Vand, som undviger i Dampform, fordi det rene Vand i Kjedlen ellers hurtigere vilde forødes. Han anbringer derfor en Sikkerheds-Ventil i Forbindelse med de Rør, som lede til Fortætteren, saa at i alle Tilfælde, hvor Dampen sammendrynger sig i Kjedlen, aabnes Ventilen ved det forøgede Tryk, og den kan saaledes ligjennem hiint Rør gaae over i Fortætteren. Her forvandles den igjen til Vand, og bringes derefter ved Luftpumpen i Beholderen, som forsyner Kjedlen.

Dynaelsen af et saa nyttigt Niemed, som videre at udvide Dampkraftens Anvendelse paa Skibsfarten og at gjøre lange Sejlsrejser udførlige, forsaavidt det kan skee ved Maskineriets Virksomhed, har naturligviis saare meget vækket Opfindelsesaaften i England. Kjædens Varighed ved at forebygge, at Vandet afsætter Bundfald, er af stor Betydning, og Dynaelsen af dette Niemed er nødvendigviis forbunden med en anden Betingelse, af hvilken lange Rejser med Dampskibe er afhængig, nemlig Besparelsen af Brændsel. Grændserne for Dampskibsfarten ville nemlig blive udvidede i samme Forhold, som Brændselsbesparelsen forøges*).

115.

Thomas Howard i London har erholdt et Patent paa en Dampmaskine, som, ny og sindrig i Formen, lover en betydelig Brændselsbesparelse; og dermed skulle de Fordele, som Hall's Maskine besidder, tillige forbindes. I denne Maskine udvikles Dampen, ligesom i Hall's, steds af det samme Vand, saa at der kan bruges reent eller destilleret Vand; men Howard bruger ikke nogen Kjedel. Ogsaa er Dampen væsentlig forskjellig fra den, der bruges i almindelige Maskiner. I disse bliver den, nemlig umiddelbar udviklet af det kogende Vand, og indeholder saameget Vand, som den, efter sin Temperatur, kan indeholde. En Cubicfod Damp, som bruges i almindelige Dampmaskiner, indeholder saaledes, under en Temperatur af 80° R. en Cubicomme Vand, men i Howards Maskine meddeles Dampen, førend den gaaer over i Cylinderen, en be-

-
- *) Hall regner 60,000 Cubicommer Damp i Minutet til en Hests Kraft, naar dens Spændkraft er 4 Pund over Atmosfærens Tryk, og til at fortætte denne Dampmængde bruger han 50 Kobber-Rør af $\frac{1}{2}$ Tom. Diameter og 3 Fods Længde, og saaledes omtrent 18 Kvadratsfods Overflade for hver Hests Kraft. Rørene besættes ikke til Fortættelsen, men træde med begge Enden igjennem Stopningsringer, saa at de frit kunne udvide og sammentrække sig under de forskjellige Temperaturer, hvorfor de ere udsatte. Opfindelsen er ihensende til denne Maade at anbringe Rørene paa, forskjellig fra de tidligere Indretninger af denne Slags, men det er ogsaa fornemmelig derved, at det er lykkedes at gjøre den practisk nyttig. Maskinerne i det berømte Dampskib Sirius ere forsynede med en Fortættelse af denne Construction, og Kulforbruget er derved blevet reduceret til 6 Pund for hver Hests Kraft i Timen.

Overs. Anmærk.

tydelig Mængde Varme, foruden den, som er fornøden til at holde den i Dampform.

Dampen udvikles paa følgende Maade: En vis Mængde Qviksolv opvarmes i et fladt Jernkar over en Coaks-Ild, ved hvilken det holdes i en Temperatur af 160 til 200° R. Den Overflade, som er udsat for Ildens Paavirkning, er $\frac{3}{4}$ Kvadratsod for hver Hests Kraft. Qviksolvet er bedækket med en meget tynd Jernplade, hvormed det staaer i Berørelse, og i denne Plade er dannet saamange Fordybninger, at den har en, næsten fire Gange saa stor Overflade, som den, hvorpaa Ilden virker. Derved er anbragt et Kar med varmt Vand saaledes, at dette igjennem et Rør kan strømme i Damprummet over Qviksolvet. Ved hvert Stømpelslag indsprøites en vis Deel Vand fra dette Kar paa Jernpladen, som bedækker det ophedede Qviksolv, og det erhoder derved saamegen Varme, som er fornøden, ikke alene til at forvandle det til Damp, men ogsaa at udvide Dampen og at bringe den til en høiere Temperatur, end den vilde erholde, dersom den blev udviklet i umiddelbar Berørelse med Vandet. Den saaledes udviklede Damp vil have en Temperatur, som ikke svarer til dens Spændighed, men som har en, i Forhold dertil, betydelig høiere Varmegrad. Den vil derfor kunne afgive mere eller mindre af sin Varme, og dens Temperatur kunne formindskes, uden at den, endog kun for en Deel, fortættes; hvorimod den Damp, som bruges i almindelige Dampmaskiner, fortættes meer eller mindre ved den ringeste Forandring i dens Temperatur. Mængden af det Vand, som indsprøites i Damprummet, maa reguleres efter den Kraft, hvormed Maskinen skal arbejde. Trækket igjennem Ilden frembringes ved en Vifte. Den paa denne Maade udviklede Damp strømmer i et Kammer, som omgiver Cylindren, og dette Kammer er omgivet af et andet Rum, igjennem hvilket den varme Luft, der undviger fra Ildstedet, drives, førend den gaaer over i Skorstenen. Luften afgiver paa denne Maade sin oversflodige Varme til Dampen, som skal drive Stømplet, og bringer den derved til en Temperatur af omtrent 160° R., medens Trykket ikke udgjør mere end 25 Pund paa Kvadrattommen. Hæerne, hvorved Dampens Indsprøitning i Cylindren styres, ere saaledes indrettede, at den tildeels virker ved sin Udvidekraft.

Vi ville nu see, hvorledes det paa den modsatte Side af Stømplet, ved Fortætning, vedligeholdes et lufttomt Rum. Fortættøren er et Kobberkar, som staaer i et Kar, der steds er

forfynet med koldt Vand, og Dampen strømmer paa den almindelige Maade til den igjennem et Rør, som udgaaer fra Cylinderen. Den mødes der af en Vandstraale fra et Kar, som, førend Maskinen begynder at arbejde, sølbes med destilleret Vand. Det afkjølede Vand og den fortættede Damp bortføres af Fortætteren ved en Luftpumpe af den almindelige Construction, men dog noget mindre, da her ikke er nogen Luft at bortskaffe, saaledes som i de almindelige Maskiner. Det varme Vand, som udpumpes fra Fortætteren, drives i et slangeformigt Kobber-Rør, der gaaer i flere Bøininger igjennem et Kar med koldt Vand, saa at det, efterat have strømmet igjennem Røret, har Atmosfærens sædvanlige Temperatur. Røret strækker sig derfra til det allerede nævnte Kar med destilleret Vand, og det Vand, som udstømmer fra det, erstatter den Vandmængde, som igjennem Indsprøitnings-Røret gaaer i Fortætteren. Da det afkjølede Vand ikke indeholder Luft, saa anvendes Luftpumpen alene til at pumpe Vandet af Fortætteren og Rørene, og at bortskaffe den Luft, som kan være trængt ind igjennem en eller anden Abning. Howard paastaar, at Fortætningen bevirkes ligesaa hurtig og fuldkommen, som i de bedste Dampmaskiner, og det er indlysende, at denne Fortætningsmaade ogsaa kan anvendes ved Maskiner, hvori Dampen ikke udvikles ved et Dvissolvs-Apparat. Det Kar, hvorfra der indsprøites Vand over Dvissolvet, bliver ligeledes forfynet ved Luftpumpen, som er forenet med Fortætteren. Foruden det slangeformige Rør er der endnu et andet Rør, som strækker sig fra Beholderen med det varme Vand til hiint Kar, og da Vandet vender tilbage igjennem dette Rør bliver det ikke afkjølet. Beholderen er tilstrækkelig udsat for Ildens Virkning, for at Vandet stedse kan have en Temperatur, som ikke er meget under Kogepunctet.

Et Apparat af denne Slags blev i Foraaret 1835 opstillet paa det, den engelske Regjering tilhørende Dampskib Cometen, i Forbindelse med to Dampmaskiner af 40 Hestes Kraft. Howard paastaar, at disse Maskiner vare ikke passende til den af ham angivne Indretning, men ikke bestemte blev Skibet, med Held, fremdrevet 800 eng. Mile paa Themsen og gjorde en Reise fra Falmouth til Lissabon, men det kunde ikke vende tilbage, fordi Maskineriet blev beskadiget. Paa denne Reise blev ikke brugt mere end en Trediedeel af det Brændsel, som forhen udfordredes til Maskinen.

Efter dette uheldige Resultat, som dog hidrørte fra et Tilfælde, og ikke var en Følge af Principet, vilde Regjeringen ikke mere vove nogen nye Forsøg. Howard har siden, for egen Regning, ladet bygge et Dampstib med to Maskiner af 40 Hestes Kraft, hvilket blev fuldendt i Slutningen af Aaret 1835.

Efter hans Angivelse har denne Opfindelse følgende Fortrin.

1. Den besparer Rum og Vægt, fordi der ikke bruges nogen Rjedel.
2. Brændselforbruget er ringere end ved almindelige Dampmaskiner.
3. Den Overflade, som paavirket af Ilden er, som Følge deraf, ligeledes mindre end i hine.
4. Den forebygger den Skade, som kan opstaae deraf, at der samler sig Bundfald i Rjeden.
5. Der strømmer ikke Røg fra Ilden.

Nogle af disse Forbedringer ville, naar de udholde Proven, være af Bigtighed for Dampstibsfarten. Dampstibe af en vis Drægtighed og Virkekraft ville erholde mere Rum til Varer og Brændsel, og paa korte Reiser kunde der medtages flere Reisende eller større Ladninger, eller, naar der modtages mere Brændsel*), gjøres længere Reiser.

116.

For at opnaae den fulde mechaniske Virkning af en bevægende Kraft ved at fremdrive et Skib, vilde det være nødvendigt, at den drev det fremad i en horizontal Retning ved en bestandig Virkning imod Vandet af en, Skibets Løb modsat, Bevægelse. Man har hidtil ikke udfundet nogen mechanisk Indretning, hvorved dette Niemed fuldkommen kan opnaaes. De fleste Opfindelser, selv de findeste, have den Omstændighed imod sig, at Mechanismen er altfor indviklet. Ingen af Maskineriets Dele i et Dampstib ere saa meget udsatte for Beskadigelser, som Skovlhjulene, og de bør derfor være saa simpelt indrettede, at de i Nødsfald let kunne istandsættes.

Det almindelige Skovlhjul dreier sig, som vi have seet,

*) Til disse Maskiner bruges Coaks. En Ton Coaks udfordrer ligesaa meget Rum, som to Tons Kul. Drægtigheden vil derfor, ved et ringere Brændselforbrug, ikke blive forstørret i samme Forhold, som man sparer Brændsel.

om en Arel, der bevæges af Maskinen. Det er forsynet med flere Bræder, kaldet Skovler, som ere stillede saaledes, at deres Glade afviger noget fra en lige Linie imod Midtpunctet af Arelen, paa hvilken Hjulet ombreies. Af denne Indretning følger, at enhver Skovle kun, naar den nærmer sig Hjulets dybeste Punct, kan virke i den Retning, som er fordeelagtigst til at drive Skibet fremad. I Fig. 73 er O Arelen, paa hvilken Hjulet bevæger sig. Skovlernes Stilling betegne ABC o. s. v.; XY antyder Vandets Overflade, og Skibet antages at bevæge sig fra X til Y. Pilene betegne den Retning, i hvilken Skovlhjulet ombreies. Hjulet er nedsænket saa dybt, at den nederste Skovle er aldeles under Vandet, da en Deel af Skovlernes Overflade vilde blive mechanisk unyttig, dersom det ikke gik saa dybt. I Stillingen A virker Maskinens hele Kraft til at bevæge Skibet; men, naar Skovlerne komme i Stillingen H, bliver en Deel af Kraften anvendt til at nedtrykke Vandet og den øvrige Deel til at drive det imod Skibets Løb, hvorved frembringes en Reaction af en vis fremdrivende Virkning. Naar Skovlerne have passeret det nederste Punct, og nærme sig Stillingen B, hvori de træde ud af Vandet, saa virke de atter i en skjæv Retning med en, kun for endeel, fremdrivende Kraft, medens den øvrige Deel anvendes til at hæve Vandet og at bringe det i en bølgeformig Bevægelse. Det er indlysende, at jo dybere Skovlhjulet gaaer i Vandet, desto større er Forholdet imellem den fremdrivende Kraft, som paa denne Maade forødes til at hæve og nedtrykke Vandet, og den nyttige Virkning. Dersom Hjulet var nedsænket i Vandet lige til Arelen, saa vilde Maskinens hele Kraft tabes ved den skjæve Retning, hvori Skovlerne bleve bevægede i Vandet, da de ikke havde nogen Stræben efter at drive fremad. Blev Hjulet endnu sænket dybere, saa vilde Skovlerne over Arelen erholde en Stræben efter at standse Skibet. Den nederste Skovle bør derfor, naar Skibet er fuldkommen ladet, være aldeles nedsænket i Vandet; men af forskjellige Grunde er Skovlernes Dybgaaende underkastet mange Forandringer. Den urolige Bevægelse af Havets Overflade, hvorved Skibet erholder en svingende Gang, maa naturligviis frembringe en stor Forandring i Hjulenes Nedsækning, saa at det ene ofte aldeles bliver hævet af Vandet, medens det andet er nedsænket til Arelen. Skibets Dybgaaende forandres ogsaa ofte ved Forandringer med Ladningen, hvilke nødvendigviis forefalde ved Dampskibe, der gjøre lange Reiser. Ved

Ukreisen have de nemlig en stor Ladning af Brændsel, men denne forbruges efterhaanden, saa at Skibet bliver lettere; og, som det synes, lader det sig ikke gjøre at bruge Sovand til Baglast, til at erstatte Vægten af det forbrugte Brændsel.

117.

Iblandt de Indretninger, som man har foreslaaet, for at afhjælpe disse Mangler ved det almindelige Skovhjul, og som gaae ud paa at anbringe Skovler saaledes, at de forandre deres Stilling under Hjulets Omdreining, gives der kun et Hjul, som har erholdt en temmelig udstrakt Anvendelse, nemlig Morgan's Skovhjul. Den oprindelige Opfinder er Elias Gallovay, men han har solgt sit Patent til Morgan. Der blev senere anbragt nogle Forbedringer, ved disse Hjul, og de ere nu i Brug paa flere af de, den engelske Regjering tilhørende Dampskibe. De bleve først anvendte paa Dampskibet *Confiance*, og efter flere heldige Forsøg paa andre, f. E. paa det store Dampskib *Medea* paa 860 Tons med to Dampmaskiner af 220 Hestes Kraft. Ved forskellige Forsøg, som bleve anstillede med to Dampskibe af lignende Bygningsmaade og med Dampmaskiner af lige Virkekraft, havde det, der var forsynet med Morgan's Skovhjul, et afgjort Fortrin frem for det andet med almindelige Hjul, saavel naar Vandet var roligt, som i Sogang. Efter den Officiers Beretning, som førte Skibet *Confiance*, erholdt det, efter at være blevet forsynet med Morgan's Hjul, en forholdsmæssig større Hurtighed i Sogang, end i stille Vand, og Virkekraften blev ikke synderlig hindret ved Bølgerne, da Maskinens forandrede Hastighed ikke oversteeg en eller to Omdreininger i Minutet. Skibets Løb blev aldrig standset, og man bemærkede ingen forøgede Zittringer under en hæftig Vind. Dampskibet *Confiance* tilbagelagde i 54 Timer en Vej, til hvilken et andet Dampskib af samme Kraft, *Carron*, brugte 84 Timer. Forsuden Brændsel-Besparelsen, som anslaaes til 10 Bushel (840 Pund) hver Time, er der endnu med disse Hjuls Anvendelse forbunden andre Fordele, som deels ere en Folge af den større Hurtighed og deels af den Omstændighed, at saavel Skibet, som Maskinen lide mindre, end ved de almindelige Hjul. Ihenseende til Hjulenes Varighed beretter et andet Dampskibs Fører, at de, under en sex Ugers Fart i et stormfuldt Veir, ikke have lidt nogen Skade.

Dette Skovhjul er fremstillet i Fig. 74. Opfindelsen

bestaaer fornemmelig deri, at Hjulet hvorpaa Skovlerne ere anbragte, dreier sig om et Midtpunct, og de bevægelige Arme, dreie sig om et andet. $ABCDEFGHI$ er Hjulets polygoniske Omkreds, hvilken bestaaer af lige Stænger, der ere forbundne i de yderste Ender. Hjulet dreier sig, tilligemed den af Maskinen bevægede Axel, om dets Midtpunct O . Foraauidt ligner dette Hjul de almindelige Skovlhjul, men Skovlerne ere ikke, saaledes som i disse, befæstede ved ABC o. s. v. og rettede efter Midtpunctet O , men saaledes anbragte, at de stedsde dreie sig om vandret liggende Axler, og de kunne derfor stilles i enhver Vinkel mod Bandet. Fra Midtpuncterne, om hvilke Skovlerne dreie sig, udgaar korte Arme K , som ere befæstede til Skovlerne. En disse Arme K given Bevægelse vil altsaa meddele Skovlerne en, dermed overensstemmende Vinkelbevægelse, saa at de dreies om deres Axler. Paa Enderne af Armene K er befæstet en Tap, med hvilken Armene L ere saaledes forbundne, at Vinkelen imellem enhver af Armene L og de korte Skovl-Arme K kan forandres ved enhver Bevægelse, som meddeles L . Armene L ere i den anden Ende forbundne med Midtpunctet P , om hvilket de kunne dreie sig. Da nu Puncterne ABC o. s. v., om hvilke Skovlerne dreie sig, blive bevægede i et Kredsløb, om Midtpunctet O , saa ere de stedsde i lige Afstand fra dette Punct, og ville derfor bestandig forandre deres Afstand fra det andet Midtpunct P . Kommer nu en Skovle under dens Omdreining til det Punct, hvor Midtpunctet P ligger imellem dette og Midtpunctet O , saa er dens Afstand fra P ringere, end i enhver anden Stilling. Forlader den dette Punct, saa bliver Afstanden fra Midtpunctet P efterhaanden større, indtil den, under Omdreiningen, kommer til det modsatte Punct, hvor Midtpunctet O ligger imellem den og P ; og da er dens Afstand størst. Disse bestandige Forandringer af Afstanden imellem hver Skovle og Midtpunctet P stemme overens med Forandringerne af Vinkelen imellem Armene L og de korte Skovl-Arme K ; naar Skovlerne nærme sig Midtpunctet P , formindskes Vinkelen efterhaanden, og naar deres Afstand fra P tiltager, bliver ogsaa Vinkelen større. Denne Forandring af Vinkelens Størrelse, som retter sig efter Skovlernes afvejlende Stilling imod Midtpunctet P , see vi i Figuren. Skovlen D er nærmest ved P , og man vil see, at Vinkelen imellem L og K er meget spids. Ved E bliver Vinkelen imellem L og K større, men er endnu stedsde en Spidsvinkel; ved F bliver

den til en ret Vinkel, ved G bliver den stump, og ved H, hvor den er længst fjernet fra Midtpunctet P, bliver den meget stump. Den formindskes igjen ved I og bliver en ret Vinkel imellem A og B. Disse bestandige Forandringer af Retningerne af de korte Arme K forårsage nødvendigviis en lignende Forandring i Stillingerne af de dermed forbundne Skovler, og det andet Midtpunct P kan gives en saadan Stilling, at Skovlerne, naar de træde ind og ud af Vandet, virke paa den fordeelagtigste Maade til at drive Skibet fremad, og ere derfor mindre udsatte for de Rystelser, som opstaae ved at Vandet afværlende nedtrykkes og hæves ved Skovlernes stejle Virkning.

118.

Naar man nærmere vil undersøge, hvor vidt den ved Dampskibsfarten virkende Kraft nu gaar, saa er det nødvendigt, at betragte de gjensidige Forhold, hvori Skibets Drægtighed, Størrelse, Maskineriets Vægt og Kraft, det for Brændslet bestemte Rum og den under ethvert Veir opnaaelige Middel-Hastighed staae til hinanden, ligesom ogsaa at tage Hensyn til, om Skibet skal benyttes til at transportere Gods og Varer, eller blot Varer og Reisende. Den Deel af Skibets Drægtighed, som er bestemt for den bevægende Kraft, bestaaer i Rummet, som Maskinen indtager, og det til Brændslet fornødne Rum, hvis Omfang nødvendigviis er afhængig af Længden af den Reise, som Skibet skal gøre, førend det kan indtage nyt Forraad af Brændsel. Er Reisen ikke lang, saa vil dette Rum være forholdsmæssig indskrænket, og der bliver da et større Rum tilovers for Maskineriet. Ved en lang Reise er Forholdet omvendt. Heraf følger, at Skibe af en, i Forhold til Drægtigheden, større Virkekraft, ere mere tjenlige til korte, end lange Reiser.

Regner man i Gjennemsnit 51 Reiser, som det engelske Admiralitets Dampskibe, der gaae imellem Falmouth og Corfu, havde gjort i et Tidrum af fire Aar, indtil Udløbet af Juni Maaned 1834, saa viser det sig, at ethvert Skib, med Undtagelse af Opholdet, har tilbagelagt $7\frac{1}{2}$ engelske Mile i en Time, naar man trækker en lige Linie imellem begge Puncter og ikke tager Hensyn til de nødvendige Afvigelser i Skibets Løb. De Skibe, som gjorde disse Reiser, holdt 350 til 700 Tons og vare forsynede med Dampmaskiner af 100 til 200 Hestes Kraft, samt et Kulforraad af 80 til 240 Tons. Forholdet

mellem Kraften og Drægtigheden afveirlede fra 1 Hest for hver 3 Tons til en Hest for 4 Tons.

Falmindelighed kan man antage, at paa de korteste Reiser er Forholdet imellem Kraften og Drægtigheden, en Hests Kraft paa to Tons, hvorimod Forholdet paa de længste Reiser vilde være en Hests Kraft paa hver Tons.

Skibe, i hvilke dette Forhold imellem Kraften og Drægtigheden finder Sted, kunne i middelmaadigt Veir tilbagelægge $7\frac{1}{2}$ engelske Mile i en Time, som er liig 174 Mile i en Dag af 24 Timer. Men paa meget lange Reiser kan et Dampskib sjældent virke uden nogen Afbrydelse; foruden de Standsninger, som Veiret forarsager, bliver undertiden Maskineriet udfærdiget, isærdelighed Skovhjulene. Vi ville derfor komme til en rigtig Ansættelse, naar vi antage, at et Dampskib paa lange Reiser daglig løber 160 engelske Mile.

Ved en Række af omhyggelige Undersøgelser, angaaende Brændselforbruget til en Skibskjedel og Kjedlen i en almindelig Dampmaskine, hvilke ere anstillede af Watt i Soho ved Birmingham, har det vist sig, at en Skibskjedel kræver mindre Brændsel, end en almindelig Kjedel og næsten i et Forhold af 2 til 3. Ved Jagttagelser i Fabrik-Egnene i det nordlige England har jeg fundet, at Kulforbruget til almindelige Kjedler, som just ikke hører til de mindste, i Gjennemsnit kan ansættes til 15 Pund for hver Hests Kraft i en Time. Af disse Resultater, for hvis Rigtighed jeg indestaaer, kan man, i Forbindelse med Udfaldet af de i Soho anstillede Forsøg, drage den Slutning, at Kulforbruget i Skibsdampmaskiner i Gjennemsnit kan ansættes til 10 Pund for hver Hests Kraft i en Time. Vi kunne altsaa, naar vi antage, at en Maskine arbejder i 24 Timer, og derfra drages 2 Timer for tilfældige Standsninger, ansætte det daglige Kulforbrug til 220 Pund for en Hests Kraft. Paa korte Reiser, hvor der ikke indtræffer nogen Standsninger, vil det daglige Kulforbrug udgjøre noget mere, men derimod tilbagelægges en længere Vej.

Naar Forholdet imellem Virkekraften og Drægtigheden bliver uforandret, saa forandres Skibets Hastighed ikke betydelig. Vi kunne derfor antage, at 10 Pund Kul for hver Hests Kraft ville drive et Dampskib, der er bestemt til lange Reiser, $7\frac{1}{2}$ engelske Mile fremad i en lige Retning, og at der følgerlig vilde udfordres 138 Pund, naar det skulde tilbagelægge 100 engelske Mile. De Dampskibe, som fare paa det middellandske Hav, kunne indtage Brændsel i et Forhold

af $1\frac{1}{2}$ Ton for hver Hests Kraft, men Forholdet imellem deres Virkekraft og Drægtigheden er større, end det, som synes at være passende for længere Reiser. Vi tør vel derfor antage, at det lader sig gjøre, at bygge et Dampskib, som kan indtage $1\frac{1}{2}$ Ton Kul for hver Hests Kraft. Efter de angivne Forhold af Brændselsforbruget vilde dette være tilstrækkeligt til at fremdrive et Skib 2400 eng. Mile i et middelmaadigt Veir; men da der stedse maa bringes noget Brændsel i Beregning for uheldige Tilfælde, saa er det ikke sandsynligt, at det vilde naae dette yderste Maal. Regne vi derfor $\frac{1}{4}$ Ton for hver Hests Kraft for saadanne Tilfælde, saa vilde et Dampskib, uden at indtage nyt Brændsel, kunne tilbagelægge en Vej af 2000 eng. Mile.

119.

Siin Beregning er grundet paa Forsøg, som meest ere anstillede med Kul fra det nordlige England. Efter hvad Flere have bevidnet, ere Kullene fra Plangenneth i Wales langt kraftigere end Kullene fra Newcastle, og vel i et Forhold af 9 til $6\frac{1}{2}$.

Skibe af 800 til 1000 Tons med Dampmaskiner af 200 til 250 Hestes Kraft*) ere bedst skikede til at gjøre lange Reiser, uden undervejs at indtage Brændsel. Saadanne Skibe kunne medtage 300 a 400 Tons Kul, som beregnet til 20 a 25 Tons om Dagen, ville være tilstrækkelig for 5 Dage. Men anvende vi disse Resultater paa bestemte Tilfælde, saa bør vi ikke forglemme, at de ikkun ere Gjennemsnits Beregninger, og derfor ere udsatte for saadanne Forandringer, som Omstændighederne i særdeles Tilfælde foranledige. Under vedvarende Modvind og høi Søgang vil Gjennemsnits-Hastigheden ikke kunne opnaaes, og imod en meget hæftig Modvind kan, selv et kraftfuldt Dampskib, ikke tilbagelægge mere end 2 a 3 eng. Mile i en Time.

120.

Uf de Erfaringer, som man har gjort i de engelske Havne fremgaaer som Kjendsgjerning, at naar det Forhold, hvori

*) Dampskibs-Maskinerne have ialmindelighed en langt større Virkekraft, end den angivne. Vi tage dog kun stedse Hensyn til den angivne Kraft, eller den, med hvilken de ville virke ved Damp af almindelig Spændkraft.

Virkekraften staaer til Drægtigheden, forstørres, bevirkes derved en Besparelse i Brændslet, medens Hastigheden paa samme Tid tiltager. Dette synes ved første Dietast ikke at kunne forenes med den bekjendte Theori om den Modstand, som faste Legemer lide ved at bevæges igjennem Vædske, da Modstanden tiltager i samme Forhold, som Kvadratet af Hastigheden. Men denne Lov grunder sig paa den Forudsætning, at det svømmende Legemes Dybgaaende bliver uforandret. Jeg har paa Canaler overbevist mig om, at naar en Baads Hastighed overstiger et vist Punct, saa gaaer den mindre dybt i Vandet; og paa en stor Dampbaad paa Hudson-Floden fandt man, at naar Hastigheden steg til 20 eng. Mile i en Time, gik den omtrent 7 Tom. mindre dybt i Vandet. Jeg tvivler derfor ikke paa, at dersom Dampskibene erholdt en forøget Hastighed, vilde dette frembringe en lignende Virkning. Omendskiønt Modstanden tiltager formedelst den forøgede Hastighed, saa vil den dog formindskes i et endnu større Forhold, formedelst Skibenes formindskede Dybgaaende.

Hvad endog Aarsagen er, saa er det vist, at Modstanden maa formindskes ved Bevægelsen igjennem Vandet, fordi den bevægende Kraft selv staaer i Forhold til den forbrugte Kulmængde, og paa samme Tid i Forhold til den overvundne Modstand. Da nu Mængden af de forbrugte Kul formindskes paa en vis Weilængde, medens Hastigheden tiltager, saa maa ogsaa den Modstand, der frembyder sig paa denne Wei, forholdsommæssig være formindsket.

121.

Man venter, at Dampkraftens Anvendelse paa Skibsfarten vil blive lettet ved at bygge Skibe af Jern. Hidtil har man kun anvendt Jern-Dampbaade til Flodseilads, men jeg kan ikke indsee, hvorfor deres Anvendelse skulde indskrænkes dertil. De frembyde mange Fordele for Skibsfarten paa Havet, da de ikkun ere halv saa tunge, som Træ-Skibe af samme Drægtighed. De gaae selvfølgelig med en lige stor Ladning mindre dybt i Vandet, og gjøre derfor mindre Modstand mod den fremdrivende Kraft, eller, under lige Dybgaaende og lige Modstand, ville de kunne føre en forholdsommæssig større Ladning. Beskaffenheden af det Materiale, hvorefter de bestaae, gjør dem stivere og mindre bøjelige, end Træ-Skibe, og de ere ikke uanfæktede af Forandringer, som saa let opstaae paa Søreiser i Planternes Stilling. Jern-Skibe have ogsaa det Fortrin,

at de ere mere sikrede imod Beskadigelse ved at støde imod Klipper. Naar et Træ-Skib støder imod en Klippe, saa brækker en eller flere Planker, og derved fremkommer en Nabning, som er meget større, end Spidsen af det Klippestykke, der foraar- sagede Brækket. Støder et Jern-Skib paa en Klippe, saa erholder det enten en Bule eller et Hul, som ikke er større, end den Deel af Klippen, paa hvilken Skibet stodre. Efter et Dievidnes Udsagn sank Jern-Dampbaaden Albukah ved at støde paa sit Anker, hvorved Bunden af et Træ-Skib sands- synligviis var bleven splintret, men hiint Fartoi erholdt blot en Bule. Ikke mindre vigtig er isærbeleshed i varme Jord- egne, den Fordeel, at Jern-Skibe ere koldere og frie for Drme.

122.

Den største Hastighed, som hidtil er bleven opnaaet ved Dampkraftens Anvendelse, blev frembragt med et Dampskib af en eiendommelig Bygningsmaade paa Hudson-Floden. Denne Baad bestod af to hule Legemer, dannede af tynde Jernplader som en Spindel eller Zigar, hvorfor den ogsaa blev kaldet Zigar-Baaden. I den tykkeste Deel vare disse Spindler 8 Fod i Gjennemsnit, men i begge Enderne tegle- dannede, og henimod 300 Fod lange. De laae parallel ved Siden af hinanden, med et Mellemrum af mere end 16 Fod, og bare et Dæk af 300 Fods Bredde. Et Skovihjul, med et Gjennemsnit af 30 Fod og 16 Fod bredt, blev bevæget af en paa Dækket anbragt Dampmaskine. Dette Fartoi gik hen- imod 30 Tom. dybt i Vandet med en Hastighed af 20 a 25 eng. Mile i en Time. Det strandede, men Bygmesteren har senere beskæftiget sig med at bygge et andet, endnu større, Skib af lignende Indretning. Det er indlysende, at en saadan Bygningsmaade aldeles ikke er passende for Søfart. Men paa en bred, seilbar Flod, som Hudson, vil den uden Tvivl være fordeelsagtig, forsaavidtsom Hastigheden angaaer.

123.

Man har i den senere Tid udkastet flere Planer til at benytte Dampkraften til lange Søreiser, og alle Bestræbelser for at forbedre Dampskibene have derved erholdt en forøget Interesse. En af det britiske Underhuus valgt Committée lod indhente Oplysninger om denne Gjenstand og afgav derefter en Beretning til Forbeel for et Forsøg med at aabne en For- bindelse imellem Storbritanien og Indien ved

Dampskibe. Comitéen angav to Veie, hvilke begge ville være en Fortsættelse af den af det britiske Admiralitet allerede oprettede Dampskibsfart til Malta og de joniske Der. En af disse Veie skulde gaae igjennem Egypten over det røde Hav og det indiske Ocean til Bombay eller et andet Præsidentskab; den anden igjennem den nordlige Deel af Syrien til Bredderne af Eufrat, ned ad denne Strøm til den persiske Havbugt og videre til Bombay. Enhver af disse Veie har sine eendommelige Vanskeligheder, og paa begge er der en lang Særlse at gjøre.

Vælger man Veien over det røde Hav, saa vil der blive oprettet en Communication med Dampbaade imellem Malta og Alexandria (860 eng. Mile). Et Dampskib af 400 Tons Drægtighed, med en Maskine af 100 Hestes Kraft, vilde tilbagelægge denne Afstand, under ethvert Veir, i Gjennemsnit i 5 a 6 Dage, og daglig forbruge 10 Tons Kul, men sandsynligen vil man finde det mere fordeelagtigt, at lade et større Forhold indtræde imellem Maskinkraften og Drægtigheden. Fra Alexandria kunde der oprettes en Communication tillands over Landtungen ved Suez — en Reise af 4 a 5 Dage med Karavaner og Kameler, eller, saavel tillands som tilvands, fra Alexandria til Cairo — 173 eng. Mile; og fra Cairo til Suez — 93 eng. Mile — igjennem Orkenen omtrent i 5 Dage. I Suez vilde der blive en Station for Dampskibe, og Reisen over det røde Hav kunde gøres i tre Dage. Dersom det maatte blive nødvendigt, kunde man oprette et Kul-Dp lag i Kosseir, Dschidda, Mocha og endelig paa Den Socotora paa hiin Side Mundingen af det røde Hav i det indiske Ocean. Veien fra Suez til Kosseir udgjør 300, fra Kosseir til Dschidda 450, fra Dschidda til Mocha 517, fra Mocha til Socotora 632 engelske Mile. Det er indlysende, at disse Strækninger, uden Vanskelighed, endogsaa i ugunstigt Veir, ville kunne tilbagelægges ved den Virkekraft, som Dampskibene nu have. Dersom Bombay var Endepunctet, saa vilde Veien fra Socotora dertil udgjøre 1200 eng. Mile, hvilke i Gjennemsnit, under ethvert Veir, kunne tilbagelægges i omtrent 8 Dage med Dampskibe. Den hele Reise fra Alexandria til Bombay, iberegnet 3 Dage for Dpholdet imellem Suez og Bombay, vilde blive tilendebragt i 26 Dage; Reisen fra Bombay til Malta folgelig vare 34 Dage, og spies hertil 14 Dage for Overfarten fra Malta til England, saa vilde en Reise fra London til Bombay kunne gøres i 48 Dage.

Derfor det foreslaaede Endepunct var Calcutta, saa vilde Reisen fra Socotora gaae 1250 Mile sydpøstlig til de malediviske Der, paa hvilke vilde blive anlagt et Kuloplag. Fra de malediviske Der vilde der være en Reise af 400 Mile til den sydligste Spidse af Ceylon, Point de Galle, som, med Undtagelse af Bombay, er den bedste Havn i det britiske Indien; herfra en Reise af 600 eng. Mile til Madras, og omtrent ligesaa langt fra Madras til Calcutta. En Reise fra London til Calcutta vilde kunne tilendebringes i omtrent 60 Dage.

Paa en vis Tid af Aaret gives der en mægtig physisk Hindring for Communicationen imellem Indien og Suez; fra Midten af Juni til Enden af September blæser nemlig den sydpøstlige Passatvind (Monsonen) med uafsladelig Hæftighed over det indiske Ocean, isærdeleshed imellem Socotora og Bombay. Denne Vind er saa stærk, at det kraftigste Dampskib næppe vil kunne modstaae den, og Reisen kunde derfor i disse Maaneder ikke gjøres, uden at Skibene vilde lide meget, derfor det overalt virkelig var muligt at vedligeholde Farten paa denne Aarstid. Det engelske Parlaments Opmærksomhed er derfor bleven henvendt paa en anden Communicationslinie, som er fri for denne Vanskelighed. Man har nemlig foreslaaet, at oprette en Dampskibslinie fra Bombay over den persiske Havbugt til Eufkrat. Farten fra Bombay til Moscat paa den sydlige Kyst af Havbugten er 840 eng. Mile i nordvestlig Retning, og altsaa ikke modsat den sydpøstlige Passatvind. Fra Moscat til Bassidor, et Punct paa den nordlige Kyst af Indløbet til den persiske Havbugt, er der 255 Mile, fra Bassidor til Buschir, et Punct paa den østlige Kyst af Havbugten 300, og fra Buschir til Mundingen af Eufkrat 120 Mile. Det er indlysende, at den længste af disse Linier ikke frembyder nogen større Vanskeligheder, end Farten fra Malta til Alexandria.

Fra Basra, ikke langt fra Mundingen af Eufkrat, til Bir, en By ved den sydlige Bredder af Strømmen, ikke langt fra Haleb, er der 1143 Mile, en Strækning, paa hvilken der ikke møder nogen uovervindelige physiske Hindringer for Flodseiladsen. Den vilde Character, som de Stammer have, der boe ved Bredderne af Floden, frembyder vel nogle Vanskeligheder, dog troer man at de Hindringer, som maatte opstaae derfra, ville lade sig overvinde ved hensigtsmæssige Forholdsregler og Paschaen af Ægyptens Medvirkning. Fra Bir til Elanderum, en Havn ved det middellandske Hav,

ligeover for Cypern, gaaer Reisen tillands, vel ikke uden Vanskeligheder, men ikke meget langt, og Veien fra Skanderum til Malta er omtrent saa lang, som fra Malta til Alexandria. Man antager, at Reisen fra London til Bombay paa denne Maade vilde blive nogle Dage kortere, end over Egypten og det røde Hav.

Hvilken af disse Veie, der nu ogsaa maatte blive valgt, saa er det indlysende, at Vanskelighederne, forsaavidt Dampmaskinens Kraft angaaer, i det ene Tilfælde ligge imellem Socotora og Bombay, eller imellem Socotora og de malediviske Der, og i det andet imellem Bombay og Moscat. Selv Veien fra Malta til Alexandria, eller til Skanderum, er betænkelig, fordi det lader sig berygte, at der vil danne sig Skorpe i Rjedlerne, naar ikke virksomme Midler anvendes til at forebygge det. Maatte imidlertid Hall's eller Howard's, eller andre lignende Opfindelser erholde et godt Udfald, saa vil den største Vanskelighed ligge deri, at erholde det fornødne Kulforraad til en lang Reise. Denne Vanskelighed er dog allerede overvunden paa flere Reiser, som Dampskibet Hugh Lindsay har gjort fra Bombay til Suez. Dette Skib tilbagelagde paa sine Farter en længere Vei ved ikke at gaae til Socotora, men til Uden paa Kysten af Arabien, en Strækning af 1641 eng. Mile, som det tilbagelagde i 10 Dage og 19 Timer. Den hele Strækning fra Bombay til Suez blev paa en Reise tilbagelagt i 16 Dage og 16 Timer, og paa en anden, under de ugunstigste Omstændigheder, i 23 Dage. Paa hver Reise kom i Gjennemsnit 21 Dage.

Trettende Afsnit.

Om Dampkraftens Virkning ialmindelighed.

124.

Vi have i de foregaaende Afsnit udviklet de vigtigste Omstændigheder ved de forskjellige Slags Dampmaskiner og have nu kun nogle Enkeltheder at forklare, som staae i Forbindelse med disse Maskiners Kraft, Virkninger og Indretning.

Det er blevet viist i det første Afsnit, at Vand, under Atmosfærens almindelige Tryk, som holder Ligevægt med en Dvifselv=Soile af 28 Tom., overgaaer fra den flydende til en dampformig Tilstand, naar det stiger til en Temperatur af 80° R., og at den derved udviklede Damp har en spændig Kraft, liig Atmosfærens Tryk. Dersom Vandet, under Varmens Paavirkning, udsættes for et større eller mindre Tryk, end Atmosfærens, saa vil det koge ved en større eller ringere Varmegrad, og stedse udvikle Damp af en spændig Kraft, som svarer til Trykket, under hvilket det koger. Det er en ligesaa mærkelig, som vigtig Kjendsgjerning, at man, for at forvandle en vis Vægt af Vand til Damp, bruger den samme Varmemængde, under hvilket Tryk og ved hvilken Varmegrad Vandet ogsaa maatte koge. Vi ville nu antage, at et Stæmpel bevæges luft- og damptæt i et Rør, hvis Gjennemsnit svarer til en Kvadratfods Størrelse, og at der umiddelbar under Stæmplet er en Cubictomme Vand, som udbreder sig i et tyndt Lag paa Bunden af Røret. Stæmplet har en Modvægt, liig dets egen Vægt, hvilken er anbragt saaledes, at man kan lade det stige ved Virkningen af hvilket som helst Tryk forneden. Lader man Flammen af en Lampe virke paa Bunden af Røret, saa vil Vandet, da det ikke lider andet Tryk, end Atmosfærens, som virker paa Stæmplet foroven, koge ved en Temperatur af 80° R., og ved Flammens vedvarende Virkning tilsidst blive forvandlet til Damp. Den Dampmængde, som er bleven udviklet af den Cubictomme Vand, der var under Stæmplet, vil udvide sig til en Cubiefod med en spændig Kraft, liig Atmosfærens Tryk; Stæmplet vil saaledig blive hævet en Fod over dets første Stilling og Rum-

met i Røret forneden aldeles fyldes med Damp. Vi ville videre antage, at Lampen maa virke i 15 Minutter paa Røret, for at frembringe denne Virkning. Forudsat at Vandet havde igjen erholdt sin oprindelige Temperatur, og Stæmplet var vendt tilbage til dets første Stilling, saa vil Vandet, naar der stilles en Vægt liig Atmosfærens Tryk, paa Stæmplet, lide et Tryk, der er dobbelt saa stort som Atmosfærens; lader man nu Lampen atter virke, saa vil Vandet, ligesom forhen, forvandles til Damp, men Stæmplet vil da kun blive hævet 6 Tommer*) fra Bunden, da Dampen ifkun udvider sig til det Halve af dens tidligere Rumfang. Den Temperatur, ved hvilken Vandet vilde begynde at forvandles til Damp, vilde, istedetfor 80° R., være henimod 97° , men den Tid, der vilde forløbe imellem det Øieblik, da Lampen begyndte at virke og Vandets fuldkomne Forvandling til Damp, vil stedse være 15 Minutter.

Derfom Stæmplet blev belastet med en Vægt, liig det Dobbelte af Atmosfærens Tryk, saa vilde Vandet lide et Tryk af tre Atmosfærer. Anvender man atter Lampen, saa forvandles Vandet til Damp i samme Tid som forhen, men Stæmplet bliver ikke hævet mere end 4 Tom. over dets første Stilling, og Dampen vil altsaa være tre Gange saa tæt, som da Stæmplet alene blev nedtrykket ved Atmosfæren.

Uf disse og lignende Forsøg drage vi følgende Slutninger:

1. At Dampens spændige Tryk svarer til det mechaniske Tryk, under hvilket Vandet, hvoraf Dampen udvikles, er kommet til at koge.
2. At Dampens Rumfang formindskes i samme Forhold, som dens Tryk forøges, eller med andre Ord, Dampens Tæthed staaer stedse i lige Forhold til Trykket.
3. At den samme Varme-Mængde er tilstrækkelig til at forvandle den samme Vægt af Vand til Damp, under hvilken som helst Tryk, hvorunder det er bragt til at koge,

*) Strangt taget, vil den Høide, hvortil Stæmplet stiger, ikke blive formindsket i et saa betydeligt Forhold, som Trykket tiltager, fordi Trykkets Forøgelse nødvendigviis maa være forbundet med en Forhøielse af Temperaturen, hvorved frembringes en tilsvarende Udvidelse. Dampens hele mechaniske Virkning vil derfor blive noget forøget. Forskjellen er dog ikke betydelig i Praxis og ialmindelighed antager man, at Dampens Tæthed staaer i lige Forhold til Trykket.

eller hvilkenformhelst Tæthed og Spændighed den udviklende Damp end maatte have.

4. At den samme Vandmængde, som forvandles til Damp, frembringer den samme mechaniske Virkning, enten Dampen har en stor eller ringe Tæthed og Spændighed. Saaledes blev i det første Tilfælde, en Vægt af een Atmosphære hævet een Fod høit, i det andet Tilfælde, en Vægt af to Atmosphærer hævet en halv Fod høit, og i det tredje Tilfælde, en Vægt af tre Atmosphæres hævet $\frac{1}{3}$ Fod høit; medens Vægten i ethvert Tilfælde blev forøget i samme Forhold, som Høiden blev formindsket. Ved enhver Forøgelse af Vægten vil den altsaa blive hævet til en forholdsmaæssig ringere Høide, og den mechaniske Virkning er følgerlig i ethvert Tilfælde lige stor.
5. At den samme Mængde af Varme eller Brændsel er nødvendig og tilstrækkelig til at frembringe den samme mechaniske Virkning, under ethvert Tryk af den udviklede Damp.

Derfor Dampen blot benyttet til at hæve Stæmplet imod Atmosphærens Tryk, saa udover den vel en vis physisk Kraft og frembringer en mechanisk Virkning, dog vil den, under saadanne Omstændigheder, ikke umiddelbar frembringe noget nyttig Virkning; men naar Stæmplet er blevet hævet og Røret foruden fyldt med Damp af en Spændighed, som svarer til Atmosphærens Tryk foroven, kan der frembringes en nyttig Virkning ved at fortætte Dampen, og derved igjort forvandle den til Vand. Stæmplet vil da blive nedtrykket ved Atmosphærens Kraft, og naar en Kjæde eller Stang besættes til det, vil den blive nedtrukken med en tilsvarende Kraft. Er Stæmplets Flade, som vi have forudsat, af en Kvadratsfods Størrelse, saa vil Atmosphærens Tryk, der er 14 Pund paa hver Kvadrattomme, være 144 Gange 14 Pund, eller 2016 Pund. Naar nu Stæmplet trak en Kjæde, som anbringes over et Hjul, nedad, saa vilde det hæve en Vægt af 2016 Pund en Fod høit, Gnidningsmodstanden fra regnet. Da 2016 Pund nærme sig en Tons Vægt, saa kan man, for at have et rundt Tal, opstille Sætningen saaledes: Een Cubictomme Vand, forvandlet til Damp, vil, ved Dampens Fortætning, hæve en Vægt af een Ton, een Fod høit. Saaledes bliver Dampkraften gjort practisk nyttig i den atmosfæriske Maskine.

125.

Den Maade, hvorpaa Dampen benyttes i Watt's enkeltvirkende Dampmaskine, er i enhver Henseende liig hiin, undertagen at Stæmplet, istedetfor at nedtrykkes ved Atmosfærens Kraft, drives ned ved Dampen, hvis Spændighed holder Ligevægt med Atmosfærens Tryk. Det er indlysende, at den mechaniske Virkning derved ikke bliver forandret.

Vi have angivet, at en vis Dampmængde frembringer en betydelig forsøgt Virkning, naar man spærre for Dampens Indstrømning, efterat Stæmplet har tilendebragt en Deel af dets Vandring, og at dets videre Bevægelse lader sig bewirke ved Udvidkraften af den allerede indstrømmede Damp. Vi ville nu udsørligere forklare Principet, hvorpaa denne Kraftforsøgelse beroer.

AB (Fig. 75) forestiller et Rør, hvis Gjennemsnit svarer til en Kvadratfods Størrelse, og P et Stempel, som hviler paa en Cubictomme Vand, der har udbredt sig paa Bunden af Røret; det tomme Kar W holder Stæmplet fuldkommen i Ligevægt. Ved at anvende en Lampe, vil Vandet blive forvandlet til Damp af en Atmosfæres Tryk, og Stæmplet vil stige en Fod høit fra P til P', naar Rummet forneden fyldes med Damp, hvorimod Karret W vil synke en Fod. Gydes der nu en halv Ton Vand i Karret W, saa vil dets Vægt trække Stæmplet fra Punctet P' opad og Dampen udvide sig i et større Rum forneden. Da Stæmplet P alene blev holdt i Ligevægt af det tomme Kar W, saa blev det trykket ned ved Atmosfærens hele Vægt, der omtrent udgjør en Ton; men da det Halve af dette Tryk nu opveies af den halve Ton Vand i Karret W, vil den Kraft, som nedtrykker Stæmplet, kun være en halv Ton, eller det Halve af hvad den tidligere udgjorde. Stæmplet vil derfor stige, indtil Dampens Tryk forneden er formindsket i samme Forhold. Efter hvad vi allerede have udviklet, vil dette ske, naar Dampen kan udvide sig til det Dobbelte af dens tidligere Rumfang; den vil selvfølgelig, naar Stæmplet er steget en Fod høiere til P'', eller to Fod fra Bunden af Røret, nøiagtig holde Ligevægt med det Tryk, der virker paa Stæmplet, og dette bliver derfor staaende. Karret W med den halve Ton Vand, som indeholdes deri, vil imidlertid være sunket en Fod dybere, eller to Fod under dets første Stilling. Ufsjøles Dampen saaledes, at den igjen forvandles til Vand, og en halv Ton Vand endvidere gydes i W, saa vil Atmosfæren, da Stæmplet ikke

modvirkes af noget Tryk forneden, virke paa det med en usvækket Kraft, og denne Kraft, som udgjør en Ton, vil hæve Karret tilligemed dets Indhold. Gaaer Stæmplet, som en Følge heraf, ned til Bunden af Karret, saa vil den Ton Vand, der indeholdes i Karret W, blive hævet lodret to Fod*).

Man seer heraf, at den forbrugte Dampmængde ikke er større, end i det første Tilfælde, nemlig den Damp, som er udviklet af en Cubictomme Vand. Men betragte vi den mechaniske Virkning, som derved er frembragt, saa ville vi finde, at en halv Ton Vand er sunket en Fod, medens en Ton er bleven hævet to Fod. Gradrage vi den Kraft, som tabes, idet en halv Ton sank en Fod, fra den, som vi have opnaaet, idet en Ton blev hævet to Fod, saa erholde vi af den hele mechaniske Virkning $1\frac{1}{2}$ Ton, hævet en Fod; thi det er indlysende, at en halv Ton er bleven hævet fra det nederste Punct, til hvilket Karret W sank ned, en Fod over dette Punct, og een Ton er blevet hævet den anden Fod, hvilket er liig $1\frac{1}{2}$ Ton, hævet en Fod høit.

Sammenligne vi dette med den i det første Tilfælde frembragte Virkning, hvor Dampen blev fortættet, uden at udvide sig, saa er det indlysende, at den hele mechaniske Virkning, som her er frembragt, er forøget med 50 Procent.

Men dette er ikke Grændserne for den større Kraft, som erholdes ved Dampens Udvidelse. Gyder man, istedetfor at fortætte Dampen, naar Stæmplet er kommet til P'', endnu $\frac{1}{2}$ Ton til den halve Ton, som Karret tidligere indeholdt, saa vil det virkelige Tryk paa Stæmplet ved P'', der kun udgjør en halv Ton, overveies ved den større Vægt i Karret W, og Stæmplet følgerlig stige. Det vil blive staaende, naar Dampen ved at udvides, taber en Deel af sin Kraft, i Forhold til den forøgede Vægt, som Karret W har erholdt. Dette Kar, som efterhaanden blev fyldt med $\frac{1}{2}$ og $\frac{1}{2}$ Ton Vand, indeholder nu $\frac{3}{2}$ Ton; det virkelige Tryk, hvorved Stæmplet drives nedad, udgjør følgerlig kun $\frac{1}{2}$ Ton, og for at komme i Ligevægt med denne, maa Dampen udvide sig til det Tre dobbelte af dens tidligere Rumfang, da dens Spændighed var liig Atmosfærens Tryk. Stæmplet maa derfor stige til P'',

*) Strængt taget, vil den Vandmængde, som vi i disse Tilfælde have antaget, at Karret W indeholder, netop holde Ligevægt med Atmosfærens Tryk. Der maa derfor gives Stæmplet en lille Overvægt, for at det kan frembringe Bevægelse.

tre Fod over Bunden af Røret. Dersom nu Dampen bliver fortættet, og der paa samme Tid endnu gydes $\frac{1}{2}$ Ton Vand i Karret W, hvis hele Indhold da udgjør en Ton, saa vil Stæmplet synke, fordi det, uden Modstand, drives ned ved Atmosfærens Tryk, og den Ton Vand, der indeholdes i Karret W, vil blive hævet lodret tre Fod.

I dette Tilfælde er, ligesom i det forrige, den forbrugte Dampmængde udbillet af en Cubictomme Vand, men dens mechaniske Virkning er endnu mere bleven forøget. Vilde vi beregne, hvormeget den udgjør, saa maae vi lægge Mærke til, at en halv Ton Vand er sunken to Fod, hvilket er det samme som en Ton er sunken een Fod, og desuden er $\frac{1}{2}$ Ton sunken een Fod. Det hele Tab ved Vandets Synken har derfor været $1\frac{1}{2}$ Ton, en Fod dybt, hvorimod den Kraft, som vi have erholdt ved Vandets Løftning, har været een Ton, hævet tre Fod, hvilket er liig tre Tons, hævede en Fod høit. Trække vi nu $1\frac{1}{2}$ Ton fra 3 Tons, saa bliver der tilbage $1\frac{1}{2}$ Ton, hævet en Fod høit. Denne Virkning er over 80 Procent mere, end i det første Tilfælde, hvor Dampen ikke blev udbildet.

Vi ville nu gaae et Skridt videre i denne Undersøgelse. Antage vi, at Vandet i Karret W, ved Stæmplets Ankomst til P''', blev forøget med $\frac{1}{2}$ Ton, hvorved Indholdet af det Vand, som tidligere er gydet deri, vil stige til $\frac{3}{4}$ Ton, saa vil det virkende Tryk paa Stæmplet kun udgjøre $\frac{1}{4}$ af Atmosfærens Tryk. Dampen vilde holde Ligevægt med dette, naar den udvidede sig til det Firedobbelte af dens tidligere Rumfang, og Stæmplet vilde altsaa ved P''', fire Fod over Bunden af Røret, komme i en Ligegyldigheds Tilstand, og Karret W følgerlig være sunket 4 Fod lodret. Dersom nu Dampen bliver fortættet, saaledes som i de tidligere Tilfælde, og $\frac{1}{2}$ Ton Vand endvidere gydes i Karret W, saa vil Stæmplet synke ned til Bunden af Røret, og den Ton Vand, som Karret indeholder, hæves lodret 4 Fod høit. Vilde vi beregne den derved opnaaede mechaniske Virkning; saa maae vi, som forhen, trække den hele Kraft, der tabes ved Vandets Synken, fra den Kraft, som er vundet ved dets Løftning. Vandet er sunket i tre forskjellige Dele, for det første $\frac{1}{2}$ Ton 3 Fod lodret, eller $1\frac{1}{2}$ Ton, 1 Fod dybt; for det andet, $\frac{1}{2}$ Ton, 2 Fod dybt, eller $\frac{1}{2}$ Ton, 1 Fod dybt, og for det tredje $\frac{1}{2}$ Ton, 1 Fod dybt. Disse udgjøre tilsammen $1\frac{1}{2}$ Ton, sunken 1 Fod dybt. En Ton er bleven hævet 4 Fod, eller 4 Tons, 1

Fod høit; trække vi derfra den ved Vandets Synken tabte Kraft, saa bliver der tilbage, som vunden, $2\frac{1}{2}$ Ton, hævet en Fod høit, næsten 108 Procent mere, end den Kraft, som erholdes ved Dampens Fortætning, uden at lade den udvide sig.

Efter Theorien er der ingen Grændser for den paa denne Maade opnaaede mechaniske Virkning. Efter den Maade, hvorpaa vi her have udviklet den, vilde det, for at opnaae den størst mulige Virkning ved at lade Dampen udvide sig til en vis Grad, være nødvendigt, at tilføre Vandet, eller en anden Modvægt i Karret W, ikke i enkelte Dele, men i et stadigt Tillob, for at Stæmplet kunde erholde en regelmæssig Gang.

Dette er Principet, hvorpaa Forbelene ved Watt's og Hornblower's expansive Maskiner beroe, forsaavidt det lader sig forklare, uden høiere mathematisk Analyse.

126.

Vi have hidtil kun betragtet de mechaniske Virkninger, som frembringes ved Dampens Fortætning, og ville nu undersøge dens umiddelbare Virkekraft. Antage vi, at Stæmplet P er ved en Stang forbundet med en Last, som bliver hævet, eller det lider en Modstand, der skal overvindes, og denne Last udgjør en Ton, saa er den hele Last, der virker paa Stæmplet, to Tons, af hvilke Atmosfærens Tryk udgjør den ene, og Lasten den anden. Opvarmes Vandet, saa vil der udvikles Damp, og naar Vandet er fuldkommen fordampet, saa vil Stæmplet blive hævet 6 Tommer høit fra Bunden af Røret. Den hele mechaniske Virkning, som frembringes paa denne Maade, er altsaa 1 Ton, hævet 6 Tom., eller $\frac{1}{2}$ Ton, hævet en Fod høit.

Er den Last, som virker paa Stæmplet, 2 Tons, saa lider Vandet et Tryk i det Hele af 3 Tons, iberegnet Atmosfærens Tryk. Forvandles Vandet under dette Tryk til Damp, saa vil det hæve Stæmplet og den Last, som virker paa dette, 4 Tom. høit; den nyttige mechaniske Virkning er altsaa 2 Tons, hævede $\frac{2}{3}$ Fod høit, eller $\frac{2}{3}$ Ton, hævet 1 Fod. Var Stæmplet belastet med tre Tons, saa vilde den mechaniske Virkning være $\frac{3}{4}$ Ton, hævet en Fod høit, og saaledes fremdeles.

Af disse Undersøgelser fremlyser, at, naar den umiddelbare Kraft af Damp af høiere Tryk end Atmosfærens, bliver anvendt uden Fortætning, saa er den hele mechaniske Virkning stedse ringere, en den, der frembringes ved at for

tætte atmosfærisk Damp, uden at lade den udvide sig; men jo større Trykket er, under hvilken Dampen udvikles, desto ringere er Forskiellen imellem disse Virkninger. Galmindelighed vil Forholdet imellem den mekaniske Virkning af Damp af høi Spændighed og den Virkning, der frembringes ved at fortætte atmosfærisk Damp, være, som Antallet af de Atmosfærer, der angive Dampens Tryk, til det samme Tal, forøget med Een. Dersom Dampen saaledes er udviklet under et Tryk af 6 Atmosfærer, saa vil Forholdet imellem dens Virkning og den, der frembringes ved at fortætte atmosfærisk Damp, være som 6 til 7.

127.

En anden mekanisk Maade, hvorpaa Dampkraften kan benyttes, bestaaer deri, at forbinde dens umiddelbare Virkning med Fortætning, men uden at lade den udvide sig. Vi ville antage, at Stæmplet, som forhen, er belastet med 1 Ton, og at det, ved Vandets Fordampning, hæves 6 Tom. Foraa-vidt er Virkningen liig 1 Ton, hævet $\frac{1}{2}$ Fod høit; men dersom Stæmplet antages at hæve en Vægt ved en Kjede eller et Loug over et Hjul, saa kan Dampen, efter at have hævet en Ton 6 Tom., fortættes. Stæmplet vil da blive nedtrykket i det derved opstaaende lufttomme Rum med en Tons Kraft, og paa denne Maade endvidere hæve en Ton $\frac{1}{2}$ Fod høit. Den hele mekaniske Virkning, som saaledes frembringes ved Dampen, er da, naar den Kraft, der erholdes ved Fortætning, føies til Dampens umiddelbare Virkning, 1 Ton, hævet 1 Fod høit, en Virkning, som noiagtig er liig den, der opnaaes ved at fortætte atmosfærisk Damp.

Dersom Stæmplet belastes med 2 Tons, saa ville 2 Tons ved Dampens umiddelbare Virkning, som vi have viist, blive hævede 4 Tom. høit, eller $\frac{2}{3}$ Ton, hævet 1 Fod høit. Ved at fortætte Dampen kan en Ton hæves paa samme Maade, idet Stæmplet derved nedtrykkes $\frac{1}{3}$ Fod, eller $\frac{1}{3}$ Ton hæves en Fod høit. Følger man disse Undersøgelser, saa vil det vise sig, at dersom den umiddelbare Kraft af Damp af høi Spændighed forenes med den middelbare Kraft, der erholdes ved Fortætning, saa er den hele mekaniske Virkning noiagtig liig den, der kan frembringes alene ved at fortætte atmosfærisk Damp.

128.

Anvendes Expansions-Principet paa den umiddelbare Virk-

ning af Damp af høi Spændighed, saa kan der vindes Fordele, der ere liig de, som vi allerede have forklaret ihenseende til Fortætnings-Maaden.

Vi ville antage, at Stæmplet er belastet med tre Tons. Ved Vandets Fordampning vil denne Vægt, iberegnet Atmosfærens Tryk, blive hævet 3 Tommer høit. Borttages nu en Ton, saa blive de øvrige to Tons, ved Dampens Udvidelse, hævede endnu en Tomme høiere. Borttager man ogsaa den anden Ton, saa vil Stæmplet, der endnu er belastet med en Ton, ved Dampens Udvidelse, stige 6 Tommer fra Bunden. Disse Resultater følge umiddelbar af den Grundsatning, at Dampen udvider sig i samme Forhold, som Trykket formindskes; men herved bør bemærkes, at i dette Tilfælde maa Atmosfærens Tryk, der udgjør en Ton, stedse ses til Vægten. Der frembringes paa denne Maade tre forskjellige Virkninger. En Ton hæves 3 Tommer, eller $\frac{1}{4}$ Ton 1 Fod høit, en anden Ton 4 Tommer, eller $\frac{1}{3}$ Ton 1 Fod høit, og den tredje Ton 6 Tommer, eller $\frac{1}{2}$ Ton 1 Fod høit. Disse Virkninger udgjøre ialt $1\frac{1}{2}$ Ton, hævet en Fod høit, hvormod den Virkning, som frembringes ved at hæve den samme Vægt ved Damp af høi Spændighed, uden Expansion vilde være liig $\frac{1}{2}$ Ton, hævet 1 Fod høit.

Belastes Stæmplet med 5 Tons, saa vil denne Vægt, ved Vandets Fordampning, blive hævet $\frac{1}{6}$ Fod høit. Borttages nu 1 Ton, saa ville de øvrige 4 Tons stige $\frac{1}{7}$ Fod høit fra Bunden i Røret. Formindskes Lasten endnu med en Ton, saa ville de øvrige 3 Tons stige $\frac{1}{4}$ Fod høit, og saaledes fremdeles, indtil den sidste Ton hæves $\frac{1}{2}$ Fod høit. Ville vi bestemme den hele derved frembragte mekaniske Virkning, saa bør vi lægge Mærke til, at de flere Tons, som ere hævede fra deres første Stilling, ere blevne hævede $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$ og $\frac{1}{2}$ Fod, hvilket i det Hele giver en Virkning, der er liig $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$ og $\frac{1}{2}$ Ton, særskilt hævet 1 Fod høit. Dette sammenlagt, udgjør ialt $1\frac{2}{5}$ Ton, hævet 1 Fod høit.

Ialmindelighed vil derfor den paa den umiddelbare Virkning af Damp af høi Spændighed anvendte Expansiv-Kraft efter samme Lov forsøge dens Virkning og beroe paa de samme Principer, som vi have opstillet ihenseende til den med Expansion forbundne Fortætnings-Maade.

Den expansive Virkning af Damp af høi Spændighed kan saaledes forbindes med Fortætning, at den mekaniske Virkning derved betydelig forøges; thi dersom Vægten, hvormed

Stæmplet var belastet, efterhaanden blev hævet saa høit, som Dampens spændige Kraft formaaede, og da borttaget fra Stæmplet, vilde Dampen udvide sig, indtil den holdt Ligevægt med Atmosfærens Tryk. Man kan derefter endnu mere udvide den, ved at forøge Modvægten *W* paa den allerede forklarede Maade med en ny Vægt, og bliver Dampen da fortættet, saa opnaaes alle de Virkninger ved Stæmplets Nedgang, hvilke vi tidligere have angivet. Det er indlysende, at den mechaniske Virkning paa denne Maade betydelig kan forøges.

129.

Vi have hidtil omhandlet de Virkninger, som kunne frembringes, naar Stæmplet foroven modvirkes af Atmosfærens Tryk, men som det viser sig af det foregaaende Afsnit, uddrives Luften i de nye Maskiner indvendig fra, idet Dampen først gaar frit igjennem alle Canaler, og da undviger igjennem en eller anden Ventil, som, da den aabnes udad, forebygger, at Luften ikke kan strømme tilbage. Stæmpelstangen og andre Dele, som udvendig fra gaar ind i Maskinen, ere ligeledes saaledes indrettede og forsynede med Olie, at der hverken kan undvige Damp, eller indstrømme Luft. Vi have altsaa nu at betragte Dampens Virkning imod Stæmplet *P*, naar den møder en Modstand, der i en eller anden Grad er ringere, end Atmosfærens Tryk.

I saadanne Maskiner virker Dampen steds, saavel umiddelbar ved sin Kraft, som ved at fortættes. Vilde vi beregne dens Virkninger, uden at tage Hensyn til Gnidningsmodstand og lignende Omstændigheder, saa have vi kun at bestemme dens hele Kraft, som virker paa Stæmplet, og at fradrage Trykket af den Damp, der ikke er fortættet, hvilken modvirker Stæmplets Bevægelse.

Antage vi, at den hele Kraft, der virker paa Stæmplet, efter Fradrag af Modstanden af den Damp, der ikke er fortættet, udgjør en Ton, og Cylindersens Længde er en Fod, saa vil enhver Bevægelse af Stæmplet fra den ene Ende af Cylindren til den anden, frembringe en mechanisk Virkning, som er liig een Ton, hævet een Fod høit. Dersom Stæmplets Størrelse i dette Tilfælde udgjør en Kvadratsod, saa vil Dampens Tryk være liig Atmosfærens, og den Vandmængde, som i Dampform indeholdes i Cylindren, vil udgjøre en Cubicotte. hvorimod Dampen indtager en Cubicfod. I samme

Forhold, som Stæmplet Glade forstørres, formindskes Dampens Tryk, dersom den bevægende Kraft bliver uforandret; men ved enhver Formindskelse af Trykket vil Dampens Tæthed forholdsmæssig blive formindsket, og Cylinderen vil stedse indeholde den samme Vandmængde i Dampform. Paa denne Maade kan Damp anvendes som mechanisk Kraft med et Tryk, der er noget ringere end Atmosfærens, og under en betydelig lavere Temperatur end 80° R. For at opnaae den samme mechaniske Kraftvirkning, er det blot nødvendigt at forstørre Stæmplet i samme Forhold, som Dampens Tryk formindskes.

Ved behørig Opmærksomhed paa denne Omstændighed kan Dampens Udvidkraft anvendes med betydelig foregede Fordele, saavel ved at virke umiddelbar, som ved Expansion, og det er dette Princip, hvorpaa Fordelene af Woolfs Opfindelse grunde sig. Dersom Damp af høit Tryk, f. E. af 3 a 4 Atmosfærer, virker paa Stæmplet kun under en Deel af dets Vandring, saa kan den affærres, og derefter virke ved sin Udvidkraft, indtil Trykket er betydelig ringere end Atmosfærens. Dampen kan da fortættes, og efterat derved er frembragt et lufttomt Rum, anvendes paa den nævnte Maade.

I den dobbeltvirkende Dampmaskine, som ialmindelighed bruges i Fabrikker og Skibe, og endnu mere paa Dampvogne, synes den fordelagtige Anvendelse af Expansions-Principet at være forbundet med Vanskeligheder; thi uagtet derved uden Tvivl kan spares Brændsel, saa er det dog ikke endnu blevet almindeligt. Vil man drage alle Fordele af dette Princip, saa vilde det være nødvendigt, at Kraften, der forandres ved Dampens Udvidelse, blev ledsaget af en lige eller næsten lige Forandring af Modstanden, og dette kunde paa forskjellige Maader opnaaes i Maskiner, som ere bestemte til at hæve Vand; men naar de, saaledes som i Fabrikker, have at overvinde en, næsten eensformig Modstand, eller, som paa Dampskibe og Dampvogne, en meget uregelmæssig Modstand, saa er den behørigte Anvendelse af dette Princip vanskelig, om den endog er udførlig.

Vi have seet, at den mechaniske Virkning, der frembringes ved Damp, naar Expansions-Principet ikke anvendes, stedse staaer i Forhold til den Vandmængde, der indeholdes i Dampen, og, at dette Forhold ikke forandres, saalænge der anvendes en vis Grad af Expansion. Det er saaledes indlysende, at

den mechaniske Kraft, som en Maskine afgiver, eller skulde afgive, staaer i lige Forhold til Mængden af det fordampede Vand. Vi have ogsaa viist, at den til Damp overgaaede Vandmængde, under hvilketsomhelst Tryk, staaer i lige Forhold til den Varme, der udvikles ved Brændslet, og altsaa ogsaa i lige Forhold til Brændslet selv, saalænge som Varmen i samme Forhold meddeles Vandet.

130.

Ved en Maskines Kraft forstaaes det Forhold, i hvilket den er istand til at hæve en vis Last, eller at overvinde en vis Modstand, og ved dens Arbeidsmængde, den Last, som den, ved Forbrænding af en vis Kulmængde, kan hæve lodret til en vis Høide.

Da Dampmaskinerne først kom i Brug, bleve de ialmindelighed anvendte til at bevæge Pumper eller Møller, ved hvilke man forhen havde benyttet Heste som bevægende Kraft. Det var derfor i Begyndelsen passende, ja nødvendigt, at angive disse Maskiners Virkning efter dyrisk Kraft, som Fabrikarbeidere, Bjergfolk og Andre længe havde været vant til. Naar en Maskine derfor var istand til, i en vis Tid at gjøre det samme Arbeide, som et vist Antal Heste af Middelstyrke ialmindelighed forrettede, saa sagde man, at Maskinen havde saamange Hestes Kraft. Dette Udtryk blev i lang Tid anvendt meget vagtende og ubestemt; men da Dampmaskinen stedse kom mere i Brug, var det indblysende, at der maatte opstaae Forvirring og Uleilighed, naar ikke hiint Udtryk erholdt en saa bestemt Betydning, at de Arbeidere, der vare beskæftigede ved Maskinerne, kunde forstaae hinanden tydeligt, ved at tale om disse Maskiners Virkekraft. Udtrykket Hestekraft havde saalænge været i Brug, at man fandt det passende at beholde det, og det var kun nødvendigt at komme overeens om en Regel, efter hvilken Kraften kunde blive bestemt. Man antog derfor en Hests Kraft af Middelstyrke, som arbejder daglig 8 Timer, som Regel for Dampmaskinens Kraft. Smeaton beregnede den mechaniske Virkning, som en Hest kunde frembringe, til 22,916 Pund, hævede en Fod høit i et Minut; men Desaguliers til 27,500 Pund, hævede til den samme Høide. Bolton og Watt lod anstille Forsøg med de stærke Heste, som bruges i Bryggerierne i London, og efter Resultaterne af disse Forsøg antog de 33,000 engelske Pund, hævede en Fod høit i et Minut, for en Hests Kraft. Dette

antages nu ialmindelighed som Regel, og naar man siger, at en Maskine har et vist Antal Hestes Kraft, saa forstaaes derved, at den, naar den er i god Stand, er istand til at overvinde en Modstand, som er liig ligesaa mange Gange 33,000 Pund, hævede en Fod høit i Minutet. Saaledes er en Dampmaskine af 10 Hestes Kraft istand til at hæve 330,000 Pund en Fod høit i et Minut.

Da den samme Vandmængde vil, ved at forvandles til Damp, frembringe den samme mechaniske Virkning, hvor stor endog Dampens Tæthed er, og til hvilken Grad Fordampningen maatte gaae, saa er det indlysende, at en Dampmaskines Kraft er afhængig af to Omstændigheder: for det første af det Forhold, i hvilket Kjedlen, med dens Tilbehør, er istand til at fordampe Vandet, og for det andet, af det Forhold, i hvilket Maskinen er istand til at forbruge Dampen ved dens Arbeide. Vi ville nærmere betragte begge disse Omstændigheder særskilt.

Det Forhold, i hvilket Kjedlen udvikler Damp, er afhængig af den Maade, hvorpaa Heden, der udstømmer fra Ilden, kan blive meddeelt Vandet i Kjedlen. Denne Hede kan meddeles paa en dobbelt Maade, enten ved Ildens umiddelbare Virkning, i det den udstraaler Varme imod Kjedlens Overflade, eller ved Flammen og den ophedede Luft, som paa den tilbøjelige nævnte Maade, strømme igjennem Canalerne. Den Deel af Kjedlens Overflade, som er udsat for den umiddelbare Virkning af Ildens udstraalende Varme, kaldes Ild-Overfladen; og den som meddeles Hede af Flammen og Luften paa Veien til Skorstenen, Ildgangens Overflade. Til Dampens Udvikling virker hiin meest. Ved faststaaende Kjedler til Maskiner med lavt Tryk, hvor det ikke kommer saameget an paa Størrelse og Vægt, har man fundet, at ialmindelighed frembringes den største Virkning, naar de have $4\frac{1}{2}$ Kvadrats fod Ild-Overflade og $4\frac{1}{2}$ Kvadrats fod Overflade i Ildgangen for hver Hests Kraft. Ved et saadant Maal for begge Overflader kan en Cubikfod Vand blive fordampet i en Time.

Vi have allerede viist, at den hele Kraft, som kan frembringes ved en Cubictomme Vand, er liig 2016 Pund, hævede en Fod høit. En Cubikfod Vand indeholder 1728 Cubictommer, og man finder altsaa den Kraft, som frembringes ved dets Fordampning, ved at multiplicerer 2016 med 1728. Productet 3,483,648, udtrykker Antallet af de Pund, som,

ved Fordampning af en Cubicfod Vand, kunne blive hævede en Fod høit, forudsat ders hele mechaniske Virkning blev benyttet. Men dersom man forudsatte dette i Praxis, saa vilde man antage, at Maskinen bevægede sig, uden at der blev anvendt nogen Kraft paa dens egne Dele; man vilde antage, at alle dens bevægede Dele vare fri for Gnidning, og andre Omstændigheder, der forarsagede Modstand. For at gjøre en practisk Beregning over den nyttige mechaniske Kraft, som erholdes ved Fordampning af en vis Vandmængde, vil det være nødvendigt at undersøge, hvormeget der af denne Kraft afgives til selve Maskinen. Ved de forskjellige Former af Dampmaskiner, ja næsten ved enhver enkelt Dampmaskine, er dette Tal forskjelligt; der lader sig ikke destomindre gjøre en tilnærmende Angivelse, som er noiagtig nok, for at derpaa kan grundes almindelige Slutninger.

Vi ville nu isærdeleshed betragte den Maade, hvorpaa en Deel af den mechaniske Kraft afgives til selve Maskinen.

For det første, maa Dampen strømme fra Røddlen i Cylinderen, for at drive Stæmpet, hvorved den nødvendigvis gaaer igjennem mere eller mindre snævre Rør, og er derfor udsat saavel for Gnidningsmodstand, som for at afsjæles; for det andet, tabes der Hede ved Varmens Udstraaaling fra Cylinderen og dens tilhørende Dele; for det tredje, maa Stæmpets Gnidning i Cylinderen overvindes; for det fjerde, tabes der Damp ved Utætheder; for det femte, anvendes der Kraft til at uddrive Dampen, efterat den har virket paa Stæmpet; for det sjette, udfordres der Kraft til at aabne og lukke Ventilerne, til at pumpe Vandet ud af Fortætteren og at overvinde Gnidningen af de forskjellige Arter; og for det syvende, anvendes der Kraft til at bevæge Luftpumpen.

Antag vi, at 1000 betegne den hele mechaniske Kraft af det fordunstede Vand i en enkeltvirkende Maskine, hvori Dampen fortættes, saa vil 402 betegne den Deel, der anvendes til Maskinens Bedægelse, og 598 den nyttige Virkning, eller, dersom vi tage et rundt Tal, saa ville vi erholde det samme Resultat, som ved Maskiner, hvori Dampen ikke fortættes, nemlig: den hele Kraft af det fordunstede Vand er 10, hvoraf 4 forødes og 6 gjøre en nyttig Virkning.

Ved en dobbeltvirkende Maskine er Forholdet af den nyttige Deel af Kraften til den hele Kraft noget større. Antag vi for denne igjen 1000, saa komme 368 paa den Kraft

der anvendes til at drive Maskinen, og 632 betegne den nyttige Virkning.

Vi kunne altsaa ialmindelighed antage, at Maskinen optager $\frac{4}{10}$ af den mechaniske Kraft af det i Kjedlen fordampede Vand, og at de øvrige $\frac{6}{10}$ blive benyttede som bevægende Kraft. Ved denne Calcul er dog den Modstand, som den ikke fortættede Damp frembringer, ikke bragt i Beregning. Beløbet af denne Kraft er afhængigt af den Temperatur, som vedligeholdes i Fortætteren. Dersom Vandet har en Temperatur af 39° R., saa vil Dampen, som opstiger derfra, udøve et Tryk, der svarer til $3\frac{7}{10}$ Tom. Dvifsolv. Antage vi, at Dampen kan bære en Dvifsolv=Soile af $3\frac{7}{10}$ Tom., saa vil Modstanden af den Damp, der ikke er fortættet, udgjøre $\frac{1}{10}$ af Kjedlens hele Kraft, og naar vi føie denne til de allerede angivne $\frac{4}{10}$, saa viser det sig, at det Halve af Kjedlens hele Kraft er tabt, og at kun Halvdelen af det fordunstede Vand benyttes som bevægende Kraft.

Dersom Temperaturen i Fortætteren ikke overstiger 30° R., saa vil den Damp, der ikke er fortættet, kunne bære en Dvifsolv=Soile af to Tommer, og Krafttabet selvfølgelig udgjøre en forholdsmæssig lille Deel af den hele Kraft.

Vi ville ved et Exempel forklare den Maade, hvorpaa en Dampmaskines virkelige Kraft beregnes.

I en vel konstrueret, dobbeltvirkende Maskine forbruges 368 af de 1000 Dele, som betegne Kjedlens hele Kraft, med Undtagelse af Modstanden af den Damp, der ikke fortættes, til Maskinens Bevægelse, og 632 Dele blive saaledes tilbage som nyttig Virkning. Antage vi nu, at Dampens Tryk i Kjedlen svarer til en Dvifsolv=Soile af 35 Tommer, saa vil tusinde Delen deraf svare til $2\frac{7}{10}$ Tomme Dvifsolv, og 632 af disse Dele ville udtrykke den virksomme Deel af Kraften. Multiplicerer man $2\frac{7}{10}$ med 632, saa erholder man omtrent 22. Antages det, at Temperaturen i Fortætteren er 39° R., saa vil det Damptryk, der svarer til denne Temperatur, kunne bære en Dvifsolv=Soile af $3\frac{7}{10}$ Tomme. Trækker man disse fra 22, saa bliver der $18\frac{3}{10}$ Tomme tilbage, som svarer til den paa Stæmplet virkende Kraft, der omtrent er lig 7 Pund paa hver Cirkeltomme.

Er Stæmplets Gjennemsnit 24 Tommer, saa vil dets Overflade bestaae af et Antal Cirkeltommer, som udtrykkes ved Quadrattet af 24, eller $24 \times 24 = 576$, og da der paa

enhver af disse Cirkeltommer hviler et Tryk af 7 Pund, saa finde vi det hele Tryk i Pund, naar vi multiplicere 576 med 7, hvilket giver 4032 Pund. Rummet, i hvilket denne Kraft virker i et Minut, findes, naar man veed hvor lang Cylinderrør er, og hvor mange Slag Stæmplet gjør i et Minut. Antage vi, at Cylinderrørets Længde er 5 Fod, Antallet af Stæmpelslagene i et Minut $21\frac{1}{2}$, saa vil Stæmplet ved et hvert Slag*), bevæge sig igjennem et Rum af 10 Fod, og i et Minut gaae 215 Fod. Den bevægende Kraft er altsaa 4032 Pund, bevægede i et Minut igjennem 215 Fod, som er liig 215 Gange 4032 eller 866,880 Pund, hævede en Fod høit i et Minut.

For hver 33,000 Pund, som indeholdes heri, har Maskinen en Hestes Kraft. For at finde Hestekraften dividere vi altsaa 866,880 med 33,000, og da Quotienten er omtrent 26, har Maskinen sølgelig 26 Hestes Kraft.

Men hvorledes bestemmes den Vandmængde, som Kjedlen i en Time maa forvandle til Damp for hver Hestes Kraft?

Vi vide, at 33,000 Pund, hævede en Fod høit i et Minut, udtrykke en Hestes Kraft, eller 1,980,000 Pund, hævede en Fod høit i en Time. Den Vandmængde, som er nødvendig til at frembringe denne mechaniske Virkning ved Fordampning, vil findes ved at tage i Betragtning, at en Cubictomme Vand erholder ved Fordampning en mechanisk Kraft, som er liig 2016 Pund, hævede en Fod høit. Dividere vi derfor 1,980,000 med 2016, saa finde vi Antallet af de Cubictommer Vand, som maae fordunstes i en Time, for at frembringe den mechaniske Virkning, som udtrykkes ved en Hestes Krafts. Quotienten er 982, og dette er altsaa Antallet af de i en Time fordunstede Cubictommer Vand, der ere liig en Hestes Kraft. Men vi have viist, at for hver 6 Cubictommer af det i Kjedlen fordunstede Vand, der afgive en nyttig Virkning som bevægende Kraft, benyttes 4 Tommer til Maskinens Bevægelse. Vilde vi nu finde det hele Tab af Kraft, som kommer paa 982 Cubictommer Vand, saa maae vi dividere disse Tal med 6, og multiplicere Quotienten med 4. Vi erholde da som Resultat omtrent 655 Cubictommer Vand, der forbruges til at bevæge Maskinen. Den hele Vandmængde, som maa fordunstes i en Time, for at frem-

*) Et Stæmpelslag er en Bevægelse, som Stæmplet gjør fra den ene Ende af Cylinderrøret og igjen tilbage.

bringe de samme Virkninger som en Hests Kraft, findes naar man føier 655 til 982, hvilket udgjør 1637.

Men da dette Resultat støtter sig paa en Forudsætning, som tillægger Maskinen en høiere Grad af Virksomhed, end den har i det Hele, saa regner man ialmindelighed en Cubicfod Vand om Timen for hver Hests Kraft, og da en Cubicfod indeholder 1728 Cubictommer, 11 Procent mere end vi foroven have beregnet.

131.

Vi have anført, at, for at forbrænde en Cubicfod Vand i en Time, maa en Overflade af 9 Quadratsod være udsat for Jldens og den ophebede Lufts Paavirkning; dette er den Overflade, som udfordres for hver Hests Kraft, og vi finde derfor den hele Overflade, som er nødvendig for en Rjedel af en vis Kraft, naar vi multiplicere det Tal, der angiver Hestekraften, med 9. Resultatet udtrykker hvormange Quadratsods Overflade af Rjedlen, der maae være udsatte for Jldens Paavirkning. Da den Varme, der meddeles Rjedlen, staaer i Forhold til Mængden af de forbrændte Kul, og denne er afhængig af Ristens Størrelse, saa er det indlysende, at der maa være et bestemt Forhold imellem Rjedlens Kraft og Ristens Omfang. Den Mængde Suurstof, som forbinder sig med Brændstet, er forskjellig efter dets Bessaffenhed, og afverler efter de forskjellige Slags Kul, fra 2 til 3 Pund for hvert Pund Kul. Vi ville i Gjennemsnit antage $2\frac{1}{2}$ Pund. Da $2\frac{1}{2}$ Pund Suurstof maaer 30 Cubicfod og 5 Cubicfod atmosfærisk Luft indeholde 1 Cubicfod Suurstof, saa udfordres der følgende 150 Cubicfod atmosfærisk Luft, for at forbrænde 1 Pund Kul. I det mindste $\frac{1}{3}$ af den Luft, der gaar igjennem Jlden, undviger, uden at afgive Suurstof til den, igjennem Skorstenen, og vi maae derfor lade 200 Cubicfod Luft, for hvert Pund Kul der forbrændes, strømme imellem Ristestængerne. Da nu Rjedler i Land-Dampmaskiner forbruge 15 Pund, og Rjedler i Skibsmaskiner 10 Pund Kul for hver Hests Kraft i en Time, saa følger heraf, at Rummet imellem Ristestængerne og Omfanget af Ristens Overflade maa være tilstrækkeligt til, at 3000 Cubicfod Luft i Timen i Land-Dampmaskiner, og 2000 Fod i Skib-Dampmaskiner for hver Hests Kraft, kunne strømme imellem Ristestængerne, eller, som er det samme, for hver Cubicfod Vand, der i en Time forvandles til Damp. Det dertil fornødne Omfang af

Ristens Overflade synes ikke nøiagtig at være bestemt, men maaskee kunne vi nærme os en passende Storrelse for Rjedler i Land-Dampmaskiner, naar vi antage en Rists-Overflade af en Kvadratfod for en Hests Kraft, og til Skibs-Dampmaskiner $\frac{2}{3}$ Kvadratfod, forudsat, at Rummet imellem Ristestængerne er af samme Bredde, som disse. Det er klart, at det Rum, der indeholder Vandet og Dampen i en Rjedel-maa staae i et bestemt Forhold til, hvad Maskinen er istand til at udrette. Vi have viist, at Rjeden for hver Hests Kraft maa forvandle en Cubicfod Vand til Damp. Men det er indlysende, at Dampen ikke kunde være af en eensformig Kraft, naar ikke den Dampmængde, der indeholdes i Rjeden, bestandig var større end Cylindersens Indhold. Naar f. E. Damp-rummet i Rjeden var fuldkommen liig Cylindersens Indhold, saa vilde Dampen, naar den indstrømmede i Cylindren, udvide sig til det Dobbelte af dens Rumfang, og altsaa tabe det Halve af sin Kraft, forudsat, at den frit gik over fra Rjeden i Cylindren. Men dersom Dampens Rumfang i Rjeden var to Gange saa stort, som Cylindersens Indhold, saa vilde Dampen, i det Dieblik den indstrømmede, tabe en Trediedeel af sin Kraft, og saaledes fremdeles. Det Rum, hvori Dampen indeholdes, maa derfor være saa meget større end Cylindersens Indhold, at Dampens Kraft ikkun bliver ubetydelig formindsket, naar den Dampmængde, der er fornøden til at fylde Cylindren, udstømmer af Rjeden.

Ligeledes fremtræder den Nødvendighed, at der maa være et passende Forhold imellem den hele Vandmængde i Rjeden, og Dampen, der skal afgives til Cylindren. Naar f. E. den Vandmængde, der er i Rjeden, ikke er større, end den, der i Dampform hvert Minut strømmer i Cylindren, saa vilde det være nødvendigt, at Rjedens Indhold blev erstattet hvert Minut med koldt Vand, og det er indlysende, at under saadanne Omstændigheder lod Hedens Virkning paa Vandet sig aldeles ikke regulere. Vandmængden maatte i alt Fald være tilstrækkelig til at fylde Rjeden over det Punct, hvor Ildgangens Overflade ender, fordi Ilden ellers vilde virke saaledes paa den Deel af Rjeden, hvori Dampen indeholdes, at den efterhaanden blev ødelagt, ved at være udsat for en altfor høj Temperatur.

Det hele Rum, der udfordres til Vand og Damp i Rjeden, er underkastet betydelige Forandringer i Forhold til Maskinens Virkekraft. I smaae Rjedler er et større Forhold af

Rummet til Damp og Vand nødvendigt, eller et forholds-
mæssigt større Indhold, end i store, og det samme finder Sted
ihenseende til den Overflade, som Jlden virker paa.

Maskinbyggernes Erfaring har ledet til den Slutning,
at der i en almindelig Lavtryks-Kjedel maa være Rum til 10
Cubicfod Vand og 10 Cubicfod Damp for hver Cubicfod
Damp, som Maskinen forbruger i en Time, eller, som er det
samme, for hver Hestes Kraft. Efter denne Regel maatte saa-
ledes en Maskine af 10 Hestes Kraft have en Kjedel, som
indeholdt 200 Cubicfod, og, som steose var halv fyldt med
Vand. Beregningerne over hvad der anslaaes ere dog i denne
Henseende forskellige. Noale Mechanikere holde for, at en
Kjedel maa have 25 Cubicfods Indhold, hvorimod andre redu-
cere det til 8 Cubicfod for Dampen. I en Tabel over Stør-
relsen af Kjedler til Maskiner af forskjellig Virkekraft og over
den nødvendige Forsyning med Vand bestemmer Tredgold
for en Kjedel til en Maskine af 5 Hestes Kraft, 14 Cubicfod
for hver Hestes Kraft, for 10 Hestes Kraft $12\frac{1}{2}$ Cubicfod, og
for 40 Hestes Kraft 11 Cubicfod.

Til Maskiner af større Virkekraft er det fordeelagtigere
at have to eller flere Kjedler af ringe Omfang, end en stor
Kjedel. Dette finder ialmindelighed Sted paa Dampskibe og
har den Fordeel, at Maskinens vedvarende Virkning sikkes,
om ogsaa en af Kjedlerne skulde blive beskadiget. Det er ogsaa
befundet hensigtsmæssigt, at have mere Dampkraft i Kjedlen,
end Maskinen bruger. Til en Maskine af 60 Hestes Kraft
kan saaledes med Fordeel anvendes to Kjedler, hver af 40
Hestes Kraft, og til en Maskine af 80 Hestes Kraft to Kjed-
ler, hver af 50 Hestes Kraft.

132.

Dampens Tryk er stedse ringere i Cylindren end i Kjed-
len, fordi den lider Modstand ved at strømme igjennem Rø-
rene og Ventilerne. Forskjellen imellem disse Grader af Tryk-
ket er afhængig af Gjennemgangenes Størrelse og Form; jo
større og mere lige de ere, desto ringere er Forskjellen, men der-
som de ere snævre og have Boininger, isærdeleshed Vinkel-
Boininger, saa vil Dampens Tryk formindskes betydeligt, før-
rend den naaer Cylindren. Regulator-Hanen i Damprøret
kan ogsaa styres saaledes, at Dampens Tryk i Cylindren, efter
Behag, formindskes. Det er indlysende, at man ved saadanne
Midler kan give Dampen i Kjedlen enhver Grad af høit

Tryk, medens Maskinen virker ved et saa lavt Tryk, som man ønsker. Men da Damptrykket i Cylindren er et væsentligt Element for Maskinens Virkning, saa er Størrelse, Stilling og Form af Dampkrøene og Ventilerne af en stor practisk Bigtighed. Theorien giver os dog ikke meget meer, end almindelige Grundsætninger til at lede os. En practisk Regel, som man har antaget, bestaaer deri, at give Dampkrøet et Gjennemsnit af $\frac{1}{4}$ af Cylindrens Gjennemsnit. Da den samme Dampmængde, som strømmer igjennem Cylindren hvert Minut, maa strømme igjennem dette Krø, saa maa Dampens Hastighed, ved at gaae igjennem Dampkrøet, være fem og tyve Gange saa stor, som Stæmplets Hastighed.

133.

En anden antaget Regel er, at give Dampkrøets Tværsnit en Kvadrattommens Størrelse for hver Hests Kraft.

Resultatet af disse og alle lignende Regler er, at Dampen stedsse bør strømme igjennem Dampkrøet med samme Hastighed, enten Maskinen har en stor eller ringe Virkekraft.

I Maskiner af lige Virkekraft vil Stæmplets Hastighed i Cylindren være meget forskjellig efter Dampens virkelige Tryk og Cylindrens Forhold og Omfang. Efter hvad der allerede er forklaret, er det klart, at, naar Virkekraften er den samme, maa ogsaa den samme Dampmængde hvert Minut gaae igjennem Cylindren; men, dersom der bruges Damp af betydeligt Tryk, og altsaa af større Tæthed, saa vil den samme Vægt af Dampen indtage et ringere Rum, og Cylindrene i Hoittryksmaskiner ere selvfølgelig mindre, end de Cylindre af samme Kraft, der arbeide med lavt Tryk. Cylindrenes og Stæmplets Størrelse, saavel som det sidste Hastighed, ere derfor afhængige af Damptrykket.

Men med Damp af et vist Tryk vil Stæmplets Hastighed være forskjellig, og naar Cylindren har en vis Størrelse, samt Dampen et vist Tryk, bestemmer Maskinens Virkekraft Antallet af Stæmpelslagene i hvert Minut. Stæmplets virkelige Hastighed er dog i dette Tilfælde afhængig af det Forhold, hvori Cylindrens Gjennemsnit staaer til dens Længde. Jo større Cylindrens Gjennemsnit er i Forhold til Længden, desto ringere vil Stæmplets Hastighed være.

Ved faststaaende Dampmaskiner antages det Forhold af Cylindrens Gjennemsnit til dens Længde, under hvilket Maskinen afgiver den største Virkekraft. Nogle Maskinbyggere

holde for, at Cylinderen bør være to Gange saa lang, som dens Gjennemsnit*) og Andre, at den bør være $2\frac{1}{2}$ Gang saa lang, som den er bred; der gives dog Omstændigheder, under hvilke det ihenseende til practiske Fordele er nødvendigt, at antage andre Forhold. I Skibs-Dampmaskiner, hvor der ikke kan bruges meget lange Cylindre, og paa den anden Side udfordres en betydelig Kraft, bruges korte Cylindre af store Gjennemsnit. I disse Maskiner er Stæmpelslagenets Længde ofte ikke større, end Stæmplets Gjennemsnit, og undertiden endnu ringere.

Man har fundet, at Lavtryks-Maskiner gjøre den bedste practiske Virkning, naar Stæmplet har en Hastighed af 200 Fod i et Minut. Dette taaler dog nogle Forandringer.

134.

En vis Bægt af Brændsel, som forbrændes under Kjedlen, kan ved Maskinen frembringe en mechanisk Virkning, som, naar den udtrykkes i et vist Antal Pund, hævebe en Fod høit, kaldes Maskinens Arbeidsmængde. Dersom al den Hede, som frembringes ved Kullenes Forbrænding, kunde blive meddeelt Vandet i Kjedlen og benyttet til Dampens Udvikling, og desuden al den Damp, som udvikles paa denne Maade, gjøres mechanisk nyttig til at frembringe den egentlige Virkning, saa vilde Maskinen udrette alt, hvad der ved den frembragte Hede kunde udrettes; men det er indlysende at dette aldrig lader sig gjøre i Praxis. For det første, kan den ved Kullenes Forbrænding opnaaede Hede aldrig aldeles blive meddeelt Vandet i Kjedlen; en Deel deraf undviger, uden at naae Kjedlen, en anden forbruges til at ophede Metallet i Kjedlen, samt til at erstatte det Tab, som forarsages ved Varmens Udstraa-
ling fra dens Overflade; en Deel af Heden tabes ved de forskellige Kilder til at forøde Damp, samt ved Abninger; en anden ved Modvirkningen af den Deel af Dampen, som ikke bliver fortættet, og endelig forødes en Deel af Kraften til at overvinde Gnidningen og den Modstand, som Maskinen selv gjør. Det er indlysende, at alle disse Aarsager til Forøvelse maae forandre sig efter Omstændighederne og efter Forholden, i Maskinen, ligesom efter Formen og Indretningen af Dørene Ildgangene og Kjedlen. Forskjellige Maskiners Arbeidsmængde

*) Dette er det Forhold, under hvilket en Cylinder af et vist Indhold udsætter den mindst mulige Overflade for Atmosfærens aftjælende Virkning.

vil derfor være forskjellig; og naar man sammenligner flere Maskiner, for at forviise sig om Brændselforbruget, saa er det nødvendigt, omhyggelig at sammenligne det forbrugte Brændsel med den overvundne Modstand. I Maskiner, som bruges i Fabrikker eller paa Dampskibe, er det ikke let at beregne den Modstand, som Maskinen maa overvinde; men naar de bruges til at oppumpe Vand, lader deres Virkning sig lettere bestemme.

I Aaret 1811 troede Eierne af flere Kulgruber i Cornwall, at den Arbeidsmængde, som deres Maskiner afgave, ikke stod i behørigt Forhold til det Brændsel, de forbrugte, og de besluttede derfor, paa en eensformig Maade, at prøve hvor meget Maskinerne udrettede. I dette Diemed blev en saakaldet Slagtæller anbragt ved hver Maskine, hvilken angav Antallet af Stæmpelslagene. Alle Maskiner bleve satte under Opsyn af to Maskinmestre, og saavel disse, som Eierne, forpligtede sig til paa alle Maader at lette Opnaaelsen af det tilsigtede Diemed. Begge Maskinmestrene maatte maanedlig offentliggjøre en Beretning om, hvad hver Maskine havde udrettet, hvori blev angivet Kulgrubens Navn, Cylinderens Størrelse, den Kraft, hvormed den arbejdede, Stæmpelslagets Længde, Antallet af Pumpernes Bevægelser, den Dybde, hvorfra Vandet blev hævet, Pumpernes Gjennemsnit, Arbejdstiden, Kulforbruget, den Last, som Pumperne skulde hæve, og endelig Maskinens Arbeidsmængde, eller Antallet af de Pund, som ved Forbrænding af en Bushel Kul, vare blevne hævede en Fod høit. Bekjendtgjørelsen af denne maanedlige Beretning begyndte i August 1811 og er siden bestandig bleven fortsat.

Den gunstige Virkning, som disse Beretninger have haft paa Maskinmestrenes Narvaagenhed, og den derved opvækkede Kappelyst imellem Maskinbyggerne og Maskinmestrene viser sig i den større Virkning, som Maskinerne siden efterhaanden have afgivet. Efter en i December 1826 bekjendtgjort Beretning havde en Maskine i Kulgruben *Wheat-Hope* i Cornwall afgivet den største Arbeidsmængde, idet den ved en Bushel Kul (84 Pund), havde hævet 46,838,246, eller i et rundt Tal 47 Millioner Pund, en Fod høit.

En i Aaret 1835 bekjendtgjort Beretning medder, at en Dampmaskine i Kobberværket ved *St. Ansell* i Cornwall har i Gjennemsnit hævet 95 Millioner Pund 1 Fod høit ved Forbrænding af en Bushel Kul. Denne overordentlige mekaniske Virkning vækkede nogen Tvivl imod Nøiagtigheden af de

Sagttagelser, paa hvilke Beretningen støttede sig, og det blev derfor besluttet, at anstille et nyt Forsøg i sagkyndige og upartiske Vidners Nærværelse. Resultatet, som blev bekræftet af erfarne Mechanikere, var, at Maskinen ved hver Buskel Kul, der blev forbrugt, kunde hæve $125\frac{1}{2}$ Millioner Pund een Fod høit.

135.

Det vil ikke være uinteressant, paa en mere fattelig Maade, ved Sammenligninger, at oplyse hvormegen Kraft Steenkul kunne frembringe.

Da en Buskel Kul, kan hæve 56,027 Tons een Fod høit, saa følger deraf, at 1 Pund vilde kunne hæve 667 Tons til samme Høide, og en Unze Kul 42 Tons een Fod høit, eller 18 Pund en engelsk Miil høit. Da en Kraft af 18 Pund er istand til at fremdrive to Tons paa en Jernbane, saa viser det sig, at en Unze Kul har en mechanisk Kraft, som er tilstrækkelig til at transportere 2 Tons een Miil, eller en Ton to eng. Miil paa en vandret Jernbane*).

Jordens Omkreds udgjør 25,000 engelske Mile. Dersom den var omgivet af en Jernbane, saa vilde en Last af en Tons Vægt i sex Uger kunne blive trukken rundt om den ved den mechaniske Kraft, som kan frembringes ved $\frac{1}{2}$ Tons Steenkul.

Den store Pyramide i Egypten staaer paa et Fundament, som paa enhver Side maaler henimod 700 Fod og er 500 Fod hoi. Dens Vægt er 12,760,000,000 Pund. 100,000 Mennesker vare i 20 Aar beskæftigede med at bygge den. Dens Bestanddele vilde, ved Forbrænding af 479 Tons Kul, kunne blive hævende fra Jorden i dens nuværende Stilling.

Vægten af Rjædebroen over Menai-Sundet, som adskiller Den Anglesea fra Wales, udgjør 4,000,000 Pund, og dens Høide over Vandets Overflade er 120 Fod. Denne hele Masse kunde, ved Forbrænding af 336 Pund Kul, blive hævet fra Vandets Overflade til dens nuværende Stilling.

Det uhyre Kulforbrug i Fabrikkerne og paa Dampskibene har i den senere Tid vækket Frygt for, at Gruberne skulde blive udtømte. Men denne Frygt er i England bleven hævet derved, at sagkyndige Mænd paastaae, at naar man regner det aarlige Kulforbrug til 16 Millioner Tons, saa ere alene

*) Det virkelige Kulforbrug paa Jernbaner er omtrent 8 Unzer pr. Ton paa en engelsk Miil. Der arbeides derfor med en sexten Gange ringere Virkning, end i den ovennævnte Maskine.

Kullagene i Northumberland og Durham tilstrækkelige til at levere, hvad der endnu forbruges i 1700 Aar, og at den store Kulfløts i Syd-Wales, efter denne Tids Forløb, endnu i 2000 Aar, vil kunne afholde den samme Fornødenhed.

Men ved saadanne Beregninger tør man ikke oversee de sandsynlige, ja visse Fremskridt i Forbedringerne og Opdagelserne, og vi tør tillidsfuld udtale, at længe førend en lille Deel af hiint Tidrum vil være forløben, ville andre og mægtigere mechaniske Kræfter have fortrængt Brugen af Steenkul. Naturvidenskaben tyder allerede hen paa Kilden til en uundtommelig Kraft i Electricitetens og Magnetismens Virkninger. Den afverlende Oplosning og Gjenforening af Vandet ved Magnetisme og Electricitet har en for stor Lighed med den afverlende Fordampning og Fortætning til, at den ikke skulde vække Opmærksomhed. Ved at udvikle Gasarter af faste Legemer ved chemiske Slægtstaber, og derefter, ved Fortætning, bringe dem i flydende Tilstand, har man allerede forsøgt at frembringe et Kraftmiddel. Med et Ord, Naturvidenskabernes nuværende Tilstand, den Kraft, Virksomhed og Skarpsindighed, hvormed videnskabelige Undersøgelser iblandt alle danske Folkeslag drives, den store Ugtelse, som Videnskabens Dyrfere nyde, Alt berettiger os til den Forventning, at vi ere nær ved mechaniske Opdagelser, som ville overgaae Alt, hvad vi have seet, at selv Dampmaskinen med dens Rjæmpekræfter, som den udsødelige Watt gav den, vil forsvinde som en Ubetydelighed, i Sammenligning med de skjulte Naturkræfter, som endnu skulde blive aflørede, og at der vil komme en Tid, hvor denne Maskine, hvis velgjørende Følger nu ere udstrakte til den dannede Verdens Grændser, kun lever i Historien.

Fjortende Afsnit.

Regler for Jernbaners Anlæggelse.

136.

Ikke længe efter Fuldbendelsen af Jernbanen imellem Liverpool og Manchester opstod der Tvivl om dens endelige Udfald, som et paa Handelsamqvem beregnet Foretagende, og endnu, efterat Banen allerede i nogle Aar er bleven befaret, findes det tvivlsomme Mennesker, som endnu ikke have nogen fast Tiltro til Varigheden af de Fordele, som den forskaffer. Muligheden af at vedligeholde en regelmæssig Transport med den i Begyndelsen af dette Foretagende opnaaede, uhorste Hastighed blev endog af videnskabelig dannede Mænd længe betvivlet, og efterat denne Mulighed i nogle Aar var bleven beviist ved en regelmæssig Benyttelse af Banen, betvivlede mange endnu stedse, om det vilde være muligt, med en saadan Hastighed at gjøre dette Foretagende vedvarende nyttigt, hvilket andre ligesvem nægtede. Directeurerne have i deres halvaarlige Beretninger aabenhjertig tilstaaet de talrige Vanskeligheder, som de have maattet beseire, og de uhyre Bekostninger ved Dampvognene. Mange, som vare interesserede i Canalerne og andre Foretagender, der concurrerede med Jernbanen, tilskreve Udbyttet en urigtig Fremgangsmaade af Directeurerne, og paastode, at de, naar de syntes at dele Gevinsten, i Virkeligheden delte Capitalen. Denne Forblindelse kunde imidlertid ikke vedvare længe. Den regelmæssige Betaling af et halvaarigt Dividende af $4\frac{1}{2}$ Procent siden Banens Aabning, og den allerede gjorte Begyndelse med at oprette et betydeligt Reservefond, ligesom at Actierne ere stegne over 100 Procent, have bragt selv de, der ikke ere modtagelige for Grunde, til Overbeviisning; og den offentlige Mening, som i Begyndelsen var imod Jernbanerne, har nu saa lidenskabelig erklæret sig for disse, at de til hvis Rald saadanne Undersøgelser høre, heller bør holde Publikums Iver inden behørig Grændser, end anspore den.

De Udcast til store Jernbanelinier for den indre Communication, som allerede ere bebudede, ville udfordre betydelige Summer, naar de skulle blive udførte. Betænke vi, at Overflaget altid er ringere, end den virkelige Capital, som udfor-

dres, saa vilde vi maaskee ikke gjøre nogen overdreven Calcul, naar vi regne den fornødne Sum til 50 Millioner Pund Sterling. Dette Beløbs Størrelse har hos Mange vækket Frygt for, at en saa betydelig Capitals Anvendelse paa disse Foretagender kunde blive skadelig for Handelen. Men denne Frygt er vist ugrundet, thi om endog alle udkastede Planer endelig blive udførte, maa der dog i det mindste forløbe en Tid af femten a tyve Aar, og de fornødne Capitaler udfordres ikke paa engang, men efterhaanden i enkelte smaae Betalinger. Selv om det var sandt, at de fornødne Penge til hine Planers Udførelse bleve berøvede andre industrielle Viemed, saa vilde dog den forandrede Anvendelse skee saa langsom, at den ikke kunde foraarsage nogen virkelig Skade. Men det er aldeles ikke sandsynligt, at en saadan forandret Retning af Penges Anvendelse vilde blive nødvendig. Handel og Fabrikker ere paa de britiske Der i en ualmindelig blomstrende Tilstand, og der sammendrynges aarlig saa betydelige Capitaler, at Bankskeligheden sandsynlig ikke ligger deri, at erholde Penge til nyttige Foretagender, men deri at finde en nyttig Anvendelse for de forøgede Capitaler. I Manchester alene skal den aarlige Tilvæxt af Capitaler ikke udgjøre mindre end 3 Millioner Pund Sterling. I femten Aar vilde derfor alene paa denne Handelsplads kunne findes de fornødne Penge til Guldendelsen af alle projecterede Jernbaner, uden at andre industrielle Foretagender derved bleve berøvede Capitaler.

Den bequemme Leilighed, som Actieforeningerne frembyde til at anbringe smaae Capitaler, den Fristelse, som ligger i Udsigten til en betydelig Gevinst, og de ringe Renter, som Statspapirer give, have lokket mange store og smaae Capitalister til at kjøbe Actier i den Hensigt at beholde dem. Derimod gives der ogsaa mange Speculanter, som have tegnet sig for et betydeligt Antal Actier, uden mindste Hensigt, ja endog uden at være istand til at betale Beløbet. Det Tab, som saadanne Folk kunne lide, vilde vække ringe Medlidenhed, naar ikke de skadelige Følger maatte tages i Betænkning, som kunne opstaae for de forrige, naar der indtraadte en ugunstig Vending, og Markedet blev oversvømmet med hine forvovne Speculanter's Actier, som kun kjøbe, for igjen at sælge. Det vil derfor ikke være uden Nytte for de, som virkelig have til Hensigt at anbringe deres Penge i saadanne Foretagender, naar vi i Korthed og fattelig fremføre de Hovedomstændigheder, af hvilke den nyttige Virkning af en Jernbane er afhængig, for

at sætte dem istand til, nogenlunde at danne en grundet Formodning om de Fordele, som de forskellige Planer love. Vi ville alene støtte vore Angivelser paa simple Kjendsgjerninger og Resultater, som hverken kunne bestrides eller nægtes, overladende til Andre at drage deraf de Slutninger, hvortil de lede.

De, der ville indlade sig i Jernbane-Foretagender, maae, for det første, forskaffe sig en Oversigt over Stigningerne eller en nøiagtig Angivelse af alle Bakker i Banens Linie fra det ene Endepunct til det andet, hvori er bestemt, hvormegit en Hældning stiger eller falder paa en vis Strækning, f. E. af 300 Fod, og hvor lang den er. Ogsaa vilde det, for det andet, være nyttigt, at kjende Radiernes Længde i de forskellige Krumninger i Banen, ligesom Længden af selve Krumningerne. Det er, for det tredje, nødvendigt at have en Oversigt over den Færdsel, der i en vis Tid har fundet Sted imellem de Puncter, som man agter at forbinde ved en Jernbane, hvorved tillige maae angives de Postkareter, der besøge Veien og i Gjennemsnit det Antal Reisende, som de befordre. Ogsaa er en Angivelse af Mængden af de transporterede Varer nødvendig, ihvorvel dette Punct er af mindre Vigtighed. For det fjerde, maa man tage Hensyn til den Forbindelse tilvands, eller paa andre Maader, som maatte være imellem den tilsigtede Banes Endepuncter, og hvormegit de Ladninger udgjøre, som paa denne Maade blive transporterede.

Har man erholdt fornøden Underretning om disse Puncter, saa ville følgende Grundsætninger findes nyttige.

I.

Ingen Jernbane kan benyttes med Fordeel, uden en betydelig Færdsel af Reisende. Gods, Varer og Producter af Høerbruget &c., kunne kun betragtes som Gjenstande af underordnet Vigtighed.

II.

En Calcul over den sandsynlige Færdsel af Reisende, som kan ventes paa en Jernbane, erholder man ved at fordoble Antallet af de Reisende, som i de sid-

ste tre Aar, i Gjennemsnit, have passeret den almindelige Vej.

Det daglige Antal Reisende imellem Liverpool og Manchester var, førend Jernbanen blev anlagt, i Gjennemsnit omtrent 450, men nu er Antallet i Gjennemsnit over 1300. Paa den korte Jernbane, der i Aaret 1834 blev aabnet imellem Dublin og Kingstown, og som ikke er længere end en dansk Miil, har de Reisesendes Antal tiltaget omtrent i et lignende Forhold.

III.

Reisende blive med Fordeel befordrede i England paa Canaler, med en Hastighed, der ikke overstiger Ni eng. Mile i en Time, med Undtagelse af Opholdet ved Sluserne, imod en Betaling af en Penny for hver Reisende paa en eng. Miil. Paa Banen imellem Liverpool og Manchester regner man i Gjennemsnit omtrent $1\frac{1}{2}$ Penny*) for hver Reisende paa en eng. Miil, under en Hastighed af 20 eng. Mile i en Time.

At befordre Reisende med en Hastighed af 10 eng. Mile i en Time paa en Jernbane vilde ikke koste meget mindre, end den større Hastighed af 20 Mile i en Time, saa at en Jernbane ikke kunde concurre med en Canal, naar Hastigheden var lige stor paa begge.

IV.

Ved en Betaling af $1\frac{1}{2}$ Penny for hver Reisende pr. Miil er Gewinsten paa Manchester-Banen 100 Procent.

V.

Varer kunne paa Canaler fordeelagtig transporteres for en ringere Fragt, end paa Jernbaner, dog er

*) En Penny er omtrent $3\frac{1}{2}$ Skilling.

Hastigheden af Vare-Transporten paa Canaler kun $\frac{1}{7}$ af Hastigheden paa Jernbaner.

VI.

Paa Banen imellem Liverpool og Manchester udgjør Fragten for Vare-Transporten 3 Pence og 3 Farthings pr. Ton paa en Miil, med en Gevinst af omtrent 40 Procent, da der imellem begge Endepuncter ogsaa bestaaer en Canalforbindelse.

VII.

En lang Jernbane kan befares med forholdsmaessig ringere Befoestning, end en kort.

VIII.

Dampmaskiner arbeide med den største Virksomhed og mindst Befoestning, naar den Modstand, de have at overvinde, er fuldkommen eensformig og uforanderlig.

IX.

Forandringen af Modstanden paa Jernbaner er, for det første, afhængig af Stigninger, og, for det andet, af Krumninger.

Med Krumninger forstaaes ialmindelighed Afvigelser fra Banens Retning tilhøire eller tilvenstre. En Jernbanes Retning kan ikke pludselig forandres til en Vinkel, men maa efterhaanden dannes til en Krumning. Er Krumningen, som sædvanlig, Buen af en Kreds, saa er Krumningens Radius, Afstanden fra Kredsens Midtpunct til Krumningen. Denne Radius er et vigtigt Element i Beregningen over Fordelen af en Bane.

X.

Jo mere en Jernbane nærmer sig en fuldkommen vandret Glæde, og jo mere lige den er, med desto større Fordeel vil den kunne benyttes.

XI.

Den hele mechaniske Kraft, som udfordres til at transportere en vis Last fra et Endepunct til et andet paa en Jernbane, kan let og noiagtig beregnes, naar Stigningerne og Krumningerne ere bekjendte, og forskjelliges Veiliniers Fortrin lade sig i denne Henseende sammenligne med hverandre; men dette er dog ikke den eneste Prøve, som man herved bør anvende.

XII.

Til at befære en Jernbane, hvis Stigninger udgjøre over 17 Fod paa en en eng. Miil, eller over 1 Fod paa 300, udfordres mere mechanisk Kraft, end naar den er fuldkommen vandret; og jo flere saadanne store Stigninger, der forekomme paa Banen, og jo steilere de ere, desto større blive de deraf følgende Bekostninger.

XIII.

Om ogsaa en Jernbane, der ei har større Stigninger, end end 1 Fod paa 300, ikke udfordrede mere mechanisk Kraft, end en vandret, saa bliver dog den mechaniske Kraft, som den fordrer, ikke anvendt saa fordeelagtig, og vil derfor være mere bekostelig.

XIV.

Paa en Jernbane, som har større Stigninger, end 30 Fod paa en eng. Miil, er det nødvendigt at bruge Hjelpe-Dampvogne, hvilket er forbundet med Krafttab, og, i Forhold til saadanne Stigningers Længde og Antal, med en større eller mindre Forsøgelse af Bekostningerne.

XV.

Paa en meget lang skraa Glade kan der ikke, uden stor Bekostning, anvendes Hjelpe-Dampvogne, og derfor maae Stigninger over 1 Fod paa 300 kun være meget korte.

XVI.

Stigninger over 1 Fod paa 100 kunne kun fordeelagtig benyttes ved Hjælp af faststaaende Dampmaskiner og Touge, men dette Hjælpemiddel er forbundet med saa mange Omstændigheder, at det neppe er anvendeligt, hvor der er en stærk Færdsel af Reisende.

XVII.

Steile Stigninger skade ikke, naar de hælde fra en Banes Endepuncter, forudsat at de ere korte, da Vognene derved lettere komme i Bevægelse, naar de skulle afgaae, ligesom ogsaa lettere kunne standses, naar de nærme sig Endepunctet.

XVIII.

Den foregæede Modstand, som opstaaer ved Stig-

ningen, naar Vognen gaaer opad, lader sig beregne, naar man tager Hensyn til, at under en Stigning af 1 Fod paa 300 er Modstanden dobbelt saa stor, som paa en vandret Bane, under 1 Fod paa 150 tre Gange saa stor, og under en Stigning af 1 Fod paa 600 halvs saa stor.

XIX.

Under den Hastighed, som nu kan opnaaes paa Jernbaner, bør man see at undgaae Krumninger, hvis Radier ere kortere end 5000 Fod. Der gives vel Midler til at formindste Modstanden, men ved Efterladenhed af den, der styrer Vognen, kunne de dog altid blive farlige. Krumninger i Nærheden af en Banes Endepuncter ere ikke skadelige.

XX.

Ved Foden af en Hældning er en Krumning meest skadelig formedelsk den Hastighed, som Vognrækken erholder ved at løbe nedad, og fordi det undertiden er umuligt at standse den.

XXI.

I det samme Forhold, som Dampvognenes Hastighed forøges ved de Forbedringer, som de sandsynligen ville erholde, vil den med Krumningerne forbundne Fare tiltage.

XXII.

Den Vanskelighed, der er forbunden med en lang Tunnel, opstaaer deraf, at den rene Livsluft fordær-

ves ved Rullenes Forbrænding. En Tunnel burde derfor paa en vandret Bane være 25 a 30 Fod høj, og luftes ved Schakter eller andre Indretninger.

XXIII.

Overgangen fra Lyset til Mørket, den ubehagelige Fornemmelse af Fugtighed, og, om Sommeren, Afverlingen af en varm Luft med en kold, ere Ubehageligheder, som følge af en lang Tunnel paa en Bane, der er bestemt for en betydelig Færdsel af Reisende.

XXIV.

De Ubehageligheder, som ere forbundne med en Tunnel, blive endnu større, naar den har en Stigning. Livsluften bliver nemlig, naar der kjøres opad, fordærvet i samme Forhold, som den bevægende Kraft forøges. Er der en Stigning i Banen af 1 Fod paa 300, saa bliver Luften to Gange saameget fordærvet som paa en vandret Bane, under en Stigning af 1 Fod paa 150 tre Gange, og under 1 paa 100 fire Gange saameget fordærvet, og saaledes fremdeles.

XXV.

Rumme Stigninger ikke undgaaes i en Tunnel, saa bør den være større og forsynet med flere Indretninger til Luftning, end i en vandret, i samme Forhold, som den ved Stigningen forarsagede Modstand er større, end Modstanden i en vandret Tunnel.

XXVI.

En Tunnel bør gives Lufttræk ved Schakter,

hvis Afstand fra hiuanden ikke er større end 600 Fod.

XXVII.

Nedens en Række af Vogne passerer en Tunnel, kan der ved Schakter ikke erholdes nogen virksom Luftning. Maskinen efterlader den urene Luft, som Rullene frembringer bag ved, og de Reisende omgives derfor af denne, førend den kan undvige igjennem Schakten.

XXVIII.

En vandret Tunnel, der ikke er over 1700 Fod lang, vilde ikke være skadelig, men en Tunnel af lige Længde med Stigningen kunde have skadelige Følger.

Det bør ialmindelighed bemærkes, at vi endnu ikke have mange, ja næsten aldeles ingen Erfaringer om Virkningerne af en Tunnel paa Jernbaner, hvor der er en betydelig Færdsel af Reisende. Paa Jernbanen imellem Leicester og Swannington, som kun meest benyttes til Kultransport fra de nærliggende Gruber, og af Beboerne af de omliggende Landsbyer, er der en Tunnel af 5000 Fods Længde, som næsten er fuldkommen vandret, og som bliver luftet ved 8 Schakter. Jeg har ofte passeret den paa en Dampvogn, og selv i en lukket Vogn var Røgen saa besværlig, at den ikke vilde blive taalt paa en Bane, hvor der var en stærk Færdsel af Reisende. Paa denne Bane bruges Kul, ikke Coaks, og Maskinerne frembringe derfor en Røg, som er langt mere ubehagelig, end den Gas, der udvikles ved at forbrænde Coaks. Paa Jernbanen imellem Leeds og Selbbye er der en næsten vandret Tunnel, som er henimod 2100 Fod lang, 22 Fod bred, 17 Fod høi og som luftes ved tre Schakter af 10 Fods Bredde og 60 Fods Høide. Banen passeres daglig af 400 Reisende, og man hører ingen Klager over Besværligheder ved at kjøre igjennem Tunnellen. Paa denne Bane brændes Coaks.

Anhang af Oversætteren.

Flere tilfældige Omstændigheder fremkaldte for nogle Aar siden den Tanke hos mig, at construere en Maskine, hvori Dampen kunde virke i et Kredsløb. Ubekjendt med de tidligere Opfindelser af denne Slags, dannede jeg mig et aldeles nyt Princip, men ligesom nye Opfindelser ialmindelighed fremtræde i en usfuldkommen Skikkelse, saaledes stod ogsaa ved hiint meget tilbage. Det fandt imidlertid saameget Bifald, at en offentlig Understøttelse blev mig forundt til dets Udførelse, og da jeg derved blev sat istand til at lade en Maskine udføre efter en ringe Maalestok, kunde jeg saaledes anstille practiske Forsøg. Disse vare vel, formedelst en Feil, som, af Mangel paa den fornødne Erfaring, blev begaaet ved Udførelsen, ikke saa fuldstændige, som de burde have været, men ikke desto mindre ledede de til flere væsentlige Forbedringer, hvilke siden ere lykkedes mig; og da Maskinen nu, i en, efter disse Forbedringer, forandret Skikkelse, er traadt frem i det engelske „Mechanic's Magazine“ haaber jeg at mine Læsere ikke ville ansee det for ubestodent af mig, at jeg, efter at have givet en Fremstilling af flere nye Opfindelser, føier en Beskrivelse af den nysnævnte, tilligemed oplysende Figurer, til denne Oversættelse.

Der er, som bekjendt, Tid efter anden, projecteret flere Maskiner, hvori Dampen virker i et Kredsløb, eller de saakaldte rotatoriske Dampmaskiner; men hidtil har ingen af disse Maskiner, ved længere Tids Brug, afgivet en saa stor Arbeidsmængde, som de intermitterende Maskiner, og de ere derfor ikke komne i almindelig Brug. Aarsagen hertil har fornemmelig været, at de indvendige, bevægelige Dele ved Gnidningen efterhaanden ere blevne saaledes afflidte, at de ikke have sluttet nøiagtig, og at Dampen derfor er undvegen, førend den har fuldbendt sin Virkning i Maskinen. At forebygge dette har fornemmelig været Formaalet ved Constructionen af den omhandlede Maskine; hvorvidt det er opnaaet, maa jeg overlade til mine Læsere at bedømme, idet jeg tillader mig at forelægge dem en Beskrivelse af Maskinen, saaledes som den er fremstillet i Fig. 76 og 77. De tilsvarende Dele i begge Figurer ere betegnede med de samme Bogstaver.

A er en Cylinder, der paa begge Sider er begrændset af Pladerne BB. Igjennem disse strækker sig en Arel C, hvorpaa er anbragt et cylindrisk Legeme D, og dette er omgivet af to ringformige Legemer E. Paa det ene af disse er befæstet et vinkeldannet Stykke F, og til dette et Stempel G. Som Mellembeogrændsning for Dampen, under dens Virkning paa Stemplet, er anbragt to Klapper HH', som afvejlende bevæges frem og tilbage, og for at holde Arken dampstæt i Tappeleierne, er den omgivet af to fegledannede Ringe I, der, efterhaanden som de slides, skrues imod hinanden. Saavel disse Rin-

ge, som det cylindriske Legeme D, de ringformige Legemer E og Stæmplet, ombreies tilligemed Arlen. Dampen kan enten indlades igjennem Cylindrens Sidebegrænsninger eller igjennem Arlen. Saaledes som Maskinen her er fremstillet, indlades den igjennem den ene Ende af Arlen og Canalen, eller Røret K, og udlades igjennem den anden ved at strømme igjennem Røret L. Naar den indlades igjennem K, vil den bevæge Stæmplet, indtil dette har gjort en halv Omdreining. Klappen H' vil imidlertid gjøre en frem og tilbagegaaende Bevægelse, og derved komme i samme Stilling som H, saa at den, ved at træde istedetfor denne, danner en Mellembegrænsning for Dampen under den anden halve Omdreining, medens Spilbedampen undviger igjennem L. Naar dette er skeet, gjør Klappen H en lignende Bevægelse, og saaledes bevæges en af disse Klapper, under hver halve Omdreining, vekselviis frem og tilbage. Bevægelsen frembringes ved et eccentrict Hjul, der er fremstillet i Fig. 84, og tre forenede Krumtapper M, af hvilke to ere indsluttede i de i Fig. 76 angivne Kapsler NNNN. Disse Krumtapper, som særskilt ere fremstillede i Fig. 78, danne tillige et bevægeligt Støttepunkt for Klapperne HH', og de bevæges derfor med Lethed, naar Spilbedampen er undvegen, og Dampens Tryk saaledes ikke hviler paa dem. Den Deel af Krumtapperenes Arrel, som træder igjennem de nysnævnte Kapsler, maa naturligviis bevæge sig damptæt, og disse ere derfor forsynede med Stopbøsninger.

Efter denne Beskrivelse af Maskinen virker Dampen imellem Stæmplet G, de ringformige Legemer E, Klapperne HH', samt Cylinderen og dens Sidebegrænsninger. Disse Dele skulle derfor slutte damptæt til hinanden, men da de førstnævnte bevæges i Berørelse med de sidste, og saaledes slides, er det nødvendigt, at de, efterhaanden som de afslides, bringes til at udspile sig imod de nævnte faste Dele af Maskinen, og derved forebygge Dampens Undvigelse. De ere i dette Diemed indrettede paa følgende Maade:

1. Stæmplet, som særskilt er fremstillet i Fig. 79, er deelt i fire vinkeldannede Metalstykker O O O' O' og fire fileformige Dele PPPP'. De Sidste trykkes ved Tjedere imellem de Førstnævnte, og disse blive derved, tilligemed tre af de fileformige Dele, trykkede imod Cylinderen og dens Sidebegrænsninger efterhaanden som de slides under Maskinens Gang, for at de stedse kunne slutte nøiagtig til samme. De vinkeldannede Stykker O' O' ere paa den ene Side, hvormed de hvile paa de ringformige Legemer E, saaledes dannede, at de slutte til disse. Stæmplets samtlige Dele ere bedækkede af den i Fig. 77 angivne Plade Q, hvilken ved Skruebolte er befæstet til det vinkeldannede Stykke F. Det fileformige Stykke P' tjener til at forebygge, at Dampen ikke skal trænge igjennem Stæmplet.

2. Klapperne HH' ere ligeledes deelte i flere Dele. De bestaae af tre buesformige Plader, af hvilke

to ere saaledes forbundne med den tredie Plade, at de, som Fig. 80 viser, ved Fjedre kunne trykkes imod Cylinderens Sidebegrændsninger, efterhaanden som de slides ved at bevæges frem og tilbage under Maskinens Gang. Naar Klapperne ere i den i Fig. 77 angivne Stilling trykkes de ved Dampens Spændighed saavel imod de ringsformige Legemer E, som imod de tvende halvmagneformige Dele af Cylinderen RR, men da Dampens Tryk ifkun hviler paa dem, naar de ere i denne Stilling, er ved S anbragt en Fjeder imellem Cylinderen og Klapperne, hvilken stedse trykker dem imod de nævnte Dele RR. Da det er nødvendigt at Klapperne med den ene Ende slutte dampkøret til disse, maae de nøiagtig afbreydes og slibes, og derfor særskilt bearbejdes. Det er formeentlig meest beqvemt at lade dem støbe i et Stykke, og derefter afdreie og slibe under Vædet.

3. De ringsformige Legemer E ere dannede som to runde, spidsvinklede Riler, hvis Enden ere forenede, og de kunne derfor formeentlig rigtigst kaldes ringsformige Riler. De ere, for større Tydelighedss Skyld, særskilt fremstillede i Fig. 81 og 82. I Fig. 81 er tillige angivet en Fjeder, som stræber at bevæge Rilerne i modsatte Retninger. Som man let vil indsee, frembringes herved samme Virkning, som indtræder, naar to lige Riler drives imod hinanden imellem to andre Legemer. De ville nemlig udfylde Rummet

imellem disse, og saaledes ville de ringformige Riler, naar de bevæges i modsatte Retninger, stedse udfylde det samme Rum imellem Cylinderens Sidebegrænsninger, som de indtog, førend de, ved Gnidningen imod disse, bleve afflidte paa Sidefladerne, og derved forebygge Dampens Undvigelse. I smaa Maskiner vil en stærk Fjeder være tilstrækkelig til at frembringe denne Virkning paa den i Figuren angivne Maade, men i større vil det være nødvendigt at anbringe en lille Rile saaledes, at den, som Fig. 83 viser, ved en Fjeder drives imod en af Cylinderens Sidebegrænsninger, efterhaanden som den slides ved at berøre disse med den spidse Ende, og derved bevæger de ringformige Riler i modsatte Retninger.

Ved mine første Forsøg vare Enderne af disse Riler ikke forenede, men derved opstod en uventet Vanskelighed, som i første Dieblif syntes at gjøre Ideen practisk uanvendelig. Dampens Hede virkede nemlig saaledes paa dem, at de erholdt en forandret Figur, og da derved dannede sig Abninger, undveeg Dampen for en stor Deel, førend den havde fuldendt sin Virkning i Maskinen.

Denne Omstændighed gav imidlertid Anledning til en væsentlig Forbedring, idet den bevægede mig til at forene begge Ender af Rilerne, og derved give dem en saadan Form, som er angiven i Fig. 81. De ville vel besuagtet, ligesom ethvert andet Metal, udvide sig ved Dampens Hede, men den oprindelige

Figur vil derved ikke undgaac nogen Forandring, og Heden kan derfor ikke have nogen skadelig Indflydelse paa dem. Denne Forbedring havde desuden en anden til Følge. Forsaavidtsom der maatte undvige Damp imellem Rilerne og Cylinderens Sidebegrændsninger vil den sammendryge sig i Rummet i Midten af Maskinen, og saaledes modvirke videre Undvigelse. Dette Rum kan da ogsaa fyldes med Olie, hvilket ligeledes vil bidrage til at forebygge Dampens Undvigelse.

Men om nu ogsaa de indvendige, bevægelige Dele af Maskinen, paa den her forklarede Maade, bringes til at udspile sig efterhaanden som de slides, saa vil dog Opnaaelsen af det dermed tilsigtede Niemed være afhængigt af den Betingelse, at de ringformige Rilers Stilling stedse danner en ret Vinkel med Sidebegrændsningerne.

Efter min oprindelige Plan skulde det cylindriske Legeme D befæstes til Arlen, men da det vil være umuligt at forebygge, at denne afviger fra en ret Vinkel med Sidebegrændsningerne, og en ringe Afvigelse herfra vil give de ringformige Riler en, i Forhold til Afstanden fra Arlen, saameget større Afvigelse, har jeg fundet det nødvendigt, at det nævnte Legeme D forbindes saaledes med Arlen, at det, ihen-seende til dets vinkelrette Stilling imod Sidebegrændsninger, kan bevæge sig uafhængigt af Arlen, i det Tilfælde at dens Stilling ikke noiagtig danner en ret Vinkel med hine. Jeg har derfor som Fig. 76 viser, givet Arlen i Midten en fugleformig Skikkelse, og

anbragt det cylindriske Legeme D paa denne ved at dele det i to Dele, som sammenholdes ved Skruer. Disse Dele ere ikkun ved et Fremspring, eller en Kugle afhængige af Arlens omdreieude Bevægelse, og deres Stilling vil derfor alene rette sig efter Cylindersens Sidebegrændsninger, uden at Arlens Stilling har nogen Indflydelse paa hiin. Hvorvidt Hensigten hermed er opnaaet, vil iøvrigt let kunne bestemmes ved at kaste et Blik paa den sidstnævnte Figur.

Som tidligere bemærket, er det vinkeldannede Stykke F befæstet til en af de ringformige Riler, men det kan ogsaa befæstes til det cylindriske Legeme D. I dette Tilfælde vil det være nødvendigt, enten at F erholder en forandret Figur, eller at et Stykke Metal forbindes med D, hvortil F kan befæstes. Dette Metalstykke er angivet i Fig. 83 ved T.

Ihenseende til de forskjellige Metaller, som her anvendes til de omhandlede bevægelige Dele i denne Maskine, da har jeg fundet det meest hensigtsmæssigt at anvende en passende Blanding af Kobber og Messing til Stamplet og Klapperne HH'; til de kugleformige Ringe I, som omgive Arlen i Tappeleierne, Staal, og Støbejern til de ringformige Riler E. Disse blive vel saaledes af samme Metal, som Cylindersens Sidebegrændsninger, men, som bekjendt, har man i den senere Tid anvendt Støbejern til de indvendige Dele af Stamplerne i intermitterende Maskiner, og derved fundet, at det er meget hensigtsmæssigt til saadanne Dele, som gaae imod hverandre.

Saaledes som Maskinen her er fremstillet, udstrømmer Dampen, efterat have fuldendt sin Virkning, igjennem den ene Ende af Arlen i den frie Luft, uden at fortættes, og det er selvfølgelig en Høitryks-Maskine. Vil man derimod anvende Damp af lav Spændighed, vil det være nødvendigt at forbinde den Aabning, igjennem hvilken Dampen udstrømmer, med en Condensator. Der vil da ved Dampens Fortætning i denne, danne sig et lufttomt Rum bag ved Stæmpellet, og medens Dampen uafbrudt virker paa den ene Side af dette, vil Rummet paa den anden Side saaledes stedse være lufttomt. Til at bortføre den fortættede Damp af Condensatoren vil naturligtviis udfordres en Luftpumpe. Denne kan bevæges ved en Krumtap paa den ene Ende af Arlen; men naar der saaledes befæstes en Krumtap paa denne, kan Dampen ikke indlades igjennem den. I dette Tilfælde vil den beqvemmeligst kunne indlades igjennem den ene af Sidepladerne paa Cylinderen, enten directe imellem de ringformige Riler og Cylinderen, eller imellem Arlen og Rilerne, og derved igjennem disse paa samme Maade, som er angivet i Fig. 77. Den sidstnævnte Maade vil være den hensigtsmæssigste, ikke alene fordi Rummet i Midten af Maskinen derved vil blive fyldt med Damp af samme Spændighed, som den, der virker i Dampgangen imellem Stæmpellet og Klapperne, men ogsaa fordi Dampen, uden at styres ved særskilte Indretninger, uafbrudt kan indstrømme i Maskinen. Formedelst Klapperne afværlende Bevægelse vil derimod udfordres en Hane eller

Glider til at styre Dampens Indladelse, dersom man lader den indstrømme imellem de ringformige Skiver og Cylinderen.

Man har, iblandt andet, indvendt imod den Klasse af rotatoriske Dampmaskiner, hvortil denne Opfindelse kan henføres, at de indvendige, bevægelige Dele, der skulle slutte damp tæt, slides ulige, formodt at de, som ere længst fjernede fra Midtpunctet, bevæges med en større Hastighed, end de, der ere nærmere ved samme. Foraaavidsom denne Indvendig muligen kunde synes at træffe den omhandlede Opfindelse, som er Gjenstanden for denne Afhandling, skal jeg tillade mig dertil at knytte nogle Bemærkninger.

Naar en rund Plade omdreies i Berørelse med en anden, da vil den slides meer eller mindre, efter som den bevæges med en større eller mindre Hastighed. Dersom Pladerne slutte nøiagtig til hinanden og Trykket, hvorved de sammenholdes, er fordeelt lige overalt, da ville de, saalænge dette er Tilfældet, slides mere ved Omkredsen, end ved Midtpunctet; men da Trykket paa hiin formindskes, efterhaanden som den slides mere end Midtpunctet, og derimod føreges paa dette Punct, vil Pladernes Afslidelse, efter som denne tildeels er en Folge af Trykket, tiltage paa Midtpunctet efterhaanden som Trykket formindskes paa Omkredsen. Der synes vel saaledes at blive en afverlende større og mindre Afslidelse efter den forskjellige Afstand fra Midtpunctet, men om dette ogsaa er Tilfældet, da vil Overgangen være saa jævn og grad-

viis, at denne Omstændighed ikke er forbunden med nogen practisk Vanskelighed. Det er desuden aldeles ikke nødvendigt, at de indvendige, bevægelige Dele, som man anvender i rotatoriske Dampmaskiner, for at forebygge Dampens Undvigelse, berøre Sidepladernes Midtpunct, og jo mere disse Deles Berørelse fjernes derfra, jo mere vil Forskjellen imellem Hastighederne formindskes, og, som Folge deraf, ogsaa den formeente Vanskelighed. Dette er, som Fig. 76 og 77 vise, i det mindste Tilfældet med de deri angivne ringformige Riler, hvilke ere saa langt fjernede fra Midtpunctet, at den Forskjel, der vil være imellem Hastigheden af Omkredsen og den Deel, der er nærmest hiint Punct, er høist ubetydelig. Saaledes som Rilerne ere angivne i de nævnte Figurer, berøre de Cylinderens Sidebegrænsninger med deres hele Sideflade, men da det ifkum er nødvendigt at en Deel af denne, nærmest Omkredsen, berører hine, kan den omhandlede Forskjel imellem Hastighederne endnu mere reduceres.

Naar man iøvrigt fremdeles anvender de af den bekjendte Oliver Evans opfundne roterende Ventilcr paa de americanste Dampbaade, da er dette formeentlig et tilstrækkeligt Beviis for, at den ulige Afslidelse, der er en Folge af omdreieude Legemers forskjellige Hastighed, ikke kan medføre nogen practisk Vanskelighed. En saadan Ventil har ogsaa her i Staden i flere Aar været anvendt i den af Mechanicus Hansen byggede Dampmaskine, uden at derved er forefaldet nogen Vanskeligheder.

Formedelst Mangel paa de fornødne Hjælpemidler har jeg ikke seet mig istand til at lade en Maskine udføre efter den omhandlede, forbedrede Construction. Jeg har imidlertid ladet den bedømme af Flere, og deriblandt den bekendte engelske Mechaniker, Alexander Galloway. Efter hans Formening, meddeelt i en skriftlig Erklæring, ville de indvendige, bevægelige Dele af Maskinen, naagtet de slides, ikke alene stedse slutte tæt til Cylinderen, men ogsaa til dens Sidebegrænsninger, og saaledes forebygge Dampens Undvigelse. Maskinen vil derfor svare til sin Hensigt, samt iøvrigt bruge mindre Damp, og, som Følge deraf, mindre Brændsel, end de hidtil bekendte rotoriske Dampmaskiner. Dens Udførelse fordrer vel større Nøiagtighed, end de intermitterende Dampmaskiner, men, som Galloway tidligere mundtlig har erklæret for mig, vil den ikke være forbunden med nogen særdeles Vanskelighed.

Med Hensyn til at en offentlig Understøttelse er mig forundt til den Maskine, som jeg tidligere har ladet udføre, og der forsaavidt paahviler mig en Forpligtelse imod det Offentlige, glæder det mig, idet jeg slutter denne Afhandling, at kunne meddele en saa competent Mandes Mening om den senere forbedrede Construction, som Galloway's.

Register.

A.

- Atmosfærisk Lufts Spændkraft, Side 10.
 Atmosfærisk Tryk, anvendt af D. Papin, som et mekanisk Virke-
 middel, S. 28.
 Atmosfærisk Maskine af Newcomen, S. 39. Beskrivelse, S. 40.

B.

- Barometer, S. 7.
 Blasco de Saray's Indretning til at fremdrive Skibe, S. 24.
 Branca Giovanni's Dampmaskine, S. 26.
 Black, Dr., hans Lære om den latente Varme, S. 53.
 Bolton, hans Forbindelse med Watt, S. 61.
 Barometerprøve, S. 89.
 Brunton's forbedrede Ildsted, S. 95.
 Blenkinsop's Dampvogn, S. 120.
 Braithwaite's og Ericson's Dampvogn Novelty, S. 128.
 Booth's Forslag til at anvende Rør i Kjedler paa Dampvogne, S. 129.
 Brændselsforbrug i forskjellige Dampvogne, S. 132.

C.

- Cattwright's Dampmaskine, S. 105.
 Canaler, Transport paa samme, S. 153. Forsøg med Baade, S. 153.
 Sammenligning med Jernbaner, S. 154.
 Church, Dr., hans Dampvogn, S. 174.
 Cylindre, deres Størrelse og Forhold, S. 216.
 Cornwall, Beretning om de dervarende Dampmaskinens Arbeids-
 mængde, S. 218.

D.

D=Ventil, S. 80.

Dæmper, S. 92.

Damp, dens Egenskaber, S. 15. Dens mechaniske Kraft i Forhold til det fordampede Vand, S. 197. Dens Virkekraft ihenfæende til Brændselsforbruget, S. 199. Anvendelse af dens Udvidskraft, S. 200. Forbindelse af Expansion og Fortætning, S. 204. Høit Tryk, dets expansive Virkning, S. 205. Dødelige Exempler paa Dampens mechaniske Kraft, S. 219.

Dampvogne paa almindelige Veie, S. 156. Gurney's, S. 158. Hancock's, S. 170. Ogle's, S. 173. Dr. Church's, S. 174.

Dampvogne paa Jernbaner, S. 109. Forsøg paa Banen imellem Liverpool og Manchester, S. 135. Midler til at bringe dem frem paa Straaplaner, S. 142.

Dampmaskinen, Fordringer paa dens Opfindelse, S. 22. Dens Virksomhed som et mechanisk Kraftmiddel, S. 22. Først bragt i Anvendelse af Savery, S. 30. Dens Anvendelse til at hæve Vand af Gruber, S. 39. Watt's første Forsøg til at forbedre Dampmaskinen, S. 49. Dr. Black's Theori om latent Varme, S. 50. Watt's Fortætningsmethode, S. 51. Hans enkeltvirkende Maskine, S. 54. Det kolde Vands Pumpe, S. 59. Den dobbeltvirkende Maskine, S. 64. Opfindelse af Parallelbevægelsen, S. 67. Ombreiende Bevægelse, S. 70. Svingehjulet, S. 73. Regulator-Ventilen, S. 73. Regulatoren, S. 74. Den eccentricke Skive, S. 78. D=Ventilen, S. 80. Seaward's Opfindelse, S. 81. Fire-Gangs=Hanan, S. 82. Indretning til at angive Vandets Høide i Rjedlen, S. 85. Forsønings=Apparat, S. 86. Spandkraftmaaler, S. 88. Lufttryksmaaler, S. 89. Dæmper, S. 92. Brunton's Ildsted, S. 95. Oldham's Opfindelse, S. 96. Maskiner med to Cylindre af Hornblower og Woolf, S. 99. Cartwright's Maskine, S. 105. Høitryksmaskine, S. 109. Leupold's Maskine, S. 110. Tre-

vithil's og Vivian's Høitryksmaskine, S. 111. Dampmaskinens første Anvendelse paa Jernbaner, S. 113. Dens Anvendelse til at fremdrive Skibe, S. 175. Søemaskine, S. 176. Hall's Fortætt, S. 179. Howard's Maskine, S. 182.

Dampskibe, S. 175. Deres Gjennemsnits Hastighed, S. 189. Deres Kulforbrug, S. 190. Kraftens Forhold til Drægtigheden, S. 189. Jern-Dampskibe, S. 192. Americanse Dampskibe, S. 193.

G.

Eccentriske Skive, S. 78.

Geddrang's Sikkerheds-Ventil, S. 92.

H.

Hortatning, S. 30. Watt's Hortatningsmaade, S. 51. Hall's, S. 179.

Fire-Gangs-Pane, S. 82.

G.

Guericke, Otto, Opfinderen af Luftpumpen, S. 46.

Gurney's Dampvogn, S. 158.

H.

Hero's Maskine, S. 24.

Hornblower's Maskine med to Cylindre, S. 99.

Hackworth's Dampvogn, Sanspareil, S. 128.

Hestekraft, sammenlignet med Dampkraft, S. 146.

Hancock's Dampvogn, S. 170.

Hall's Fortætt, S. 179.

Howard's Maskine, S. 182.

Hestekraft, S. 208. Maade at beregne den paa, S. 209.

J.

Jernbaner, deres første Anvendelse, S. 113. Sammenligning af
 udgifterne ved Transport med faststaaende Maskiner og Damp-
 vogne, S. 125. Banfeligheder ved Stigninger, S. 141.
 Sammenligning med Landeveie, S. 156.

K.

Kjedel, S. 85.
 Kraft af en Dampmaskine, hvorledes beregnet, S. 208.
 Krumninger i Jernbaner, S. 228.

L.

Leupold's Maskine, S. 110.
 Liverpool og Manchester Jernbanen, S. 124.
 Llangennech'ste Kul, S. 191.
 Leeds og Selby Jernbanen, S. 230.
 Leicester og Swannington Jernbanen, S. 230.

M.

Morland's Anvendelse af Damp til at hæve Vand, S. 28.
 Morgan's Skovhjul, S. 187.

N.

Newcomen's Maskine, S. 39.
 Novelty, Dampvognen, S. 128.

O.

Oldham's J dst d, S. 96.
 Ogle's Dampvogn, S. 173.

P.

Potters Indretning til at styre Ventilerne, S. 44.
 Papin's Maskine, S. 46.
 Parallel-B v gelse, S. 67.

M.

Regulator, S. 74.

Rocket, Dampvognen, S. 126.

Regler for Jernbaners Anlæggelse, S. 221.

Rotatorisk Dampmaskine, S. 231.

S.

Savery's Maskine, S. 31.

Sol- og Planet-Hjulene, S. 71.

Seaward's Opfindelse, S. 81.

Stephenson's Dampvogn, S. 122.

Sanspareil, Dampvognen, S. 128.

Svands skadelige Virkning i Rjelder, S. 177.

Stempel, dets Hastighed, S. 216.

T.

Thermometer, S. 10.

Trevithick's og Vivian's Maskine, S. 111.

Trækraft paa Jernbaner, S. 141.

Tredgold, S. 215.

Tunnellers Skadelighed paa Jernbaner, S. 228.

W.

Vacuum, frembragt ved Forsøg, S. 20.

Worcester, Marquis, hans Opfindelse, S. 26.

Watt's vigtige Opfindelse, S. 51. Hans paafølgende Forbedringer, S. 52.

Ventiler, Watt's Maade at bevæge dem paa, S. 77.

Woolf's Maskine med to Cylindre, S. 101.

Veohængen paa Jernbaner, S. 122. Paa Landeveie, S. 156.

Trykfeil og Rettelser.

Pag. 2, Linie 19, denne, læs: sin.

— 31, Overskriften, Eribie, læs: Ercble.

— 34, Linie 2, Side, læs: See.

— 34, — 26, Bamp, læs: Band.

— 35, — 22, A, læs: A'.

— 47, — 8 fra neden, B, læs: I.

— 47, — 11 fra oven, T, læs: I.

— 52, Anmærkn., 38, læs: 39.

— 53, Linie 4 fra neden, 4, læs: 46.

— 54, — 3 — T, læs: T'.

— 54, — 1 — H, læs: E.

— 68, — 20 fra oven, DH, læs: DB.

— 74, Linie 13 fra neden, B, læs: L.

— 103, — 15 fra oven, F, læs: F'.

— 120, Overskriften: Dampvognen, læs: Dampmaskinen.

— 135, Anmærkn., Linie 11 fra neden, glide, læs: gnide.

— 148, — Pund, læs: engelske Pund.

Fig. 77.

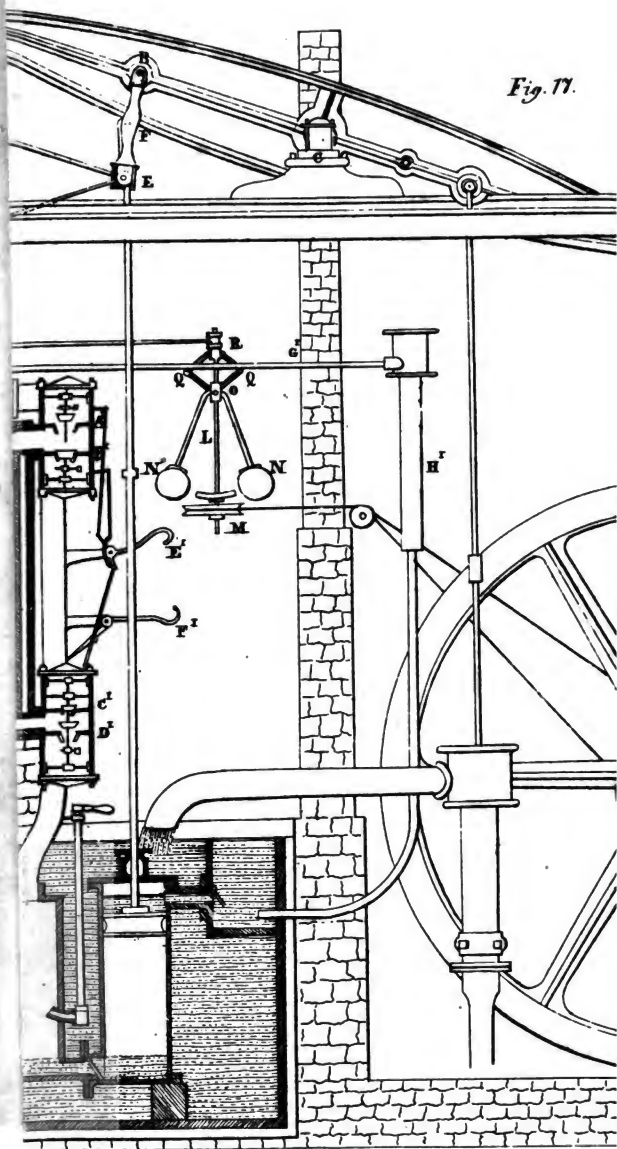


Fig. 21.

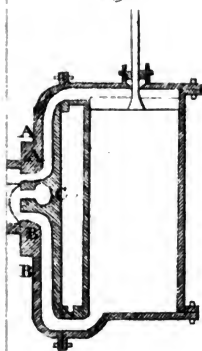


Fig. 25.

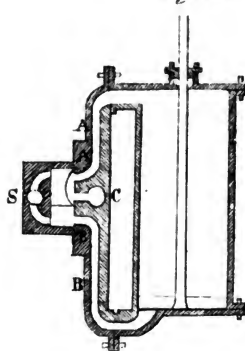


Fig. 32.



Fig. 33.



Fig. 34



Fig. 35.

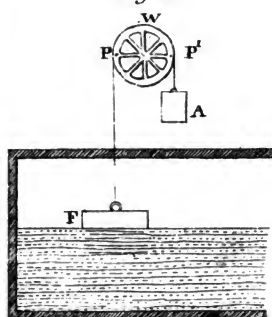


Fig. 43.

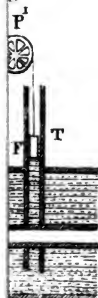


Fig. 44.

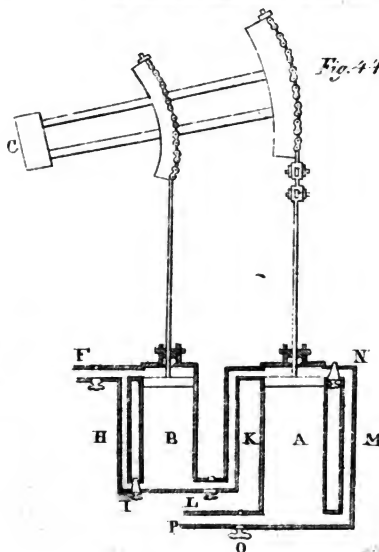


Fig. 46.

2.

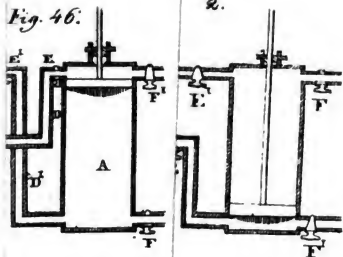


Fig. 52.

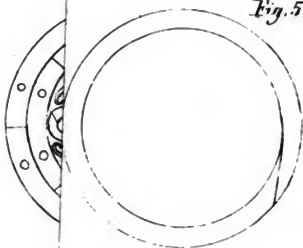


Fig. 50.

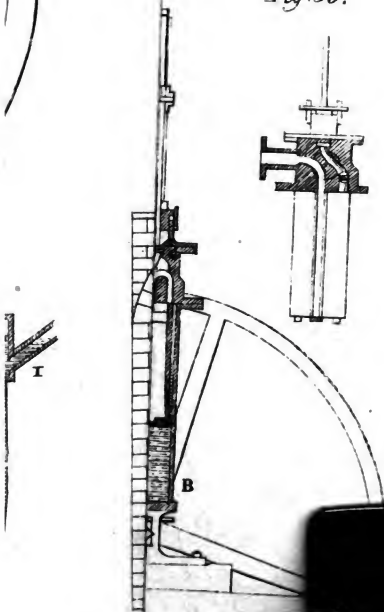


Fig. 46:

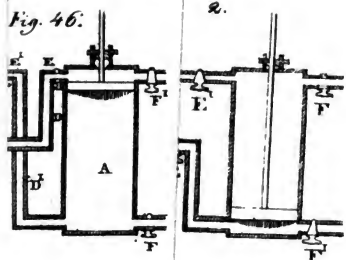


Fig. 52.

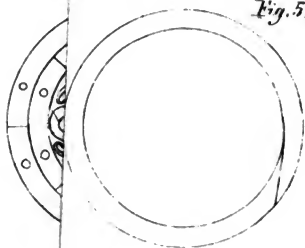


Fig. 50.

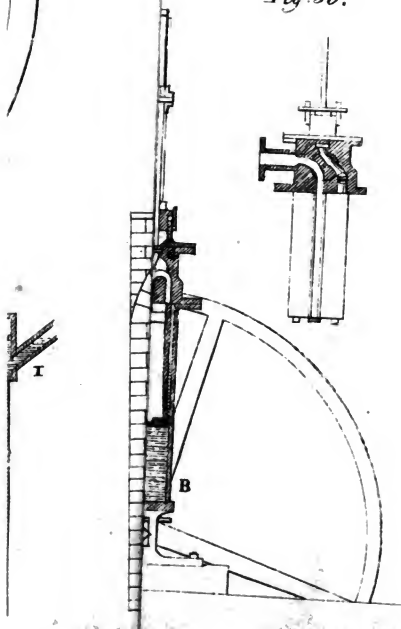


Fig. 61.

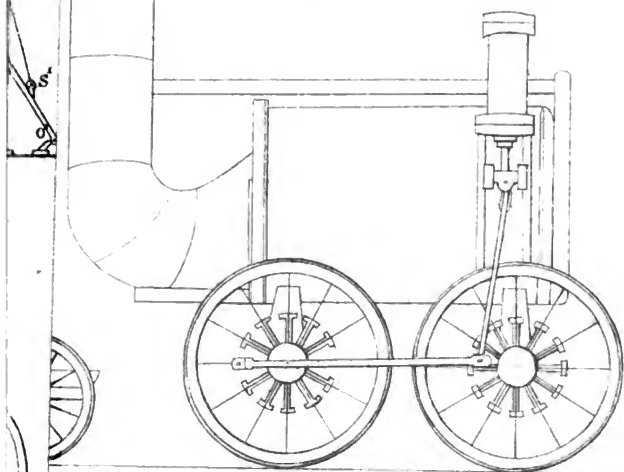
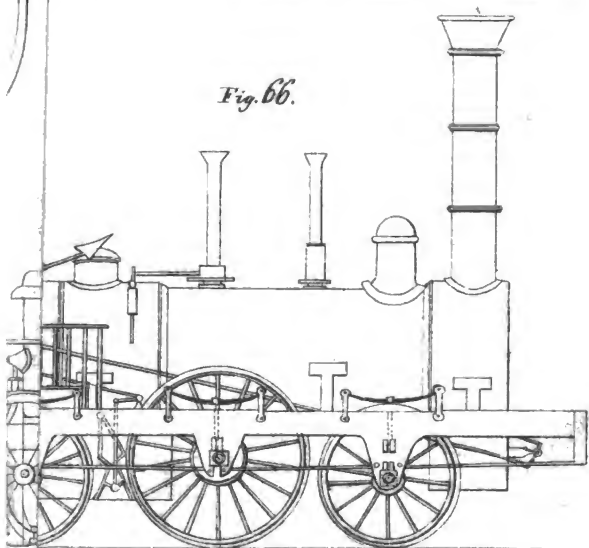


Fig. 66.



2

Fig. 64.

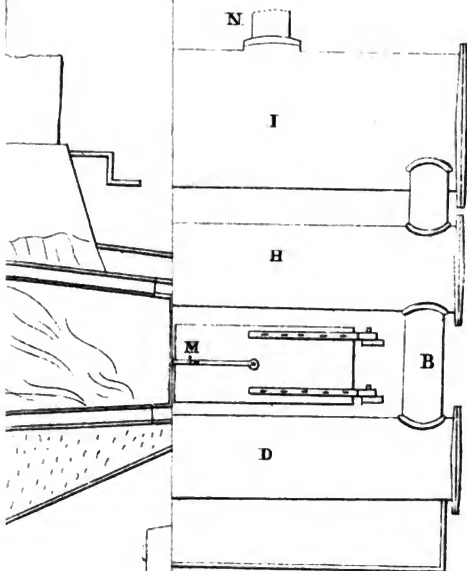
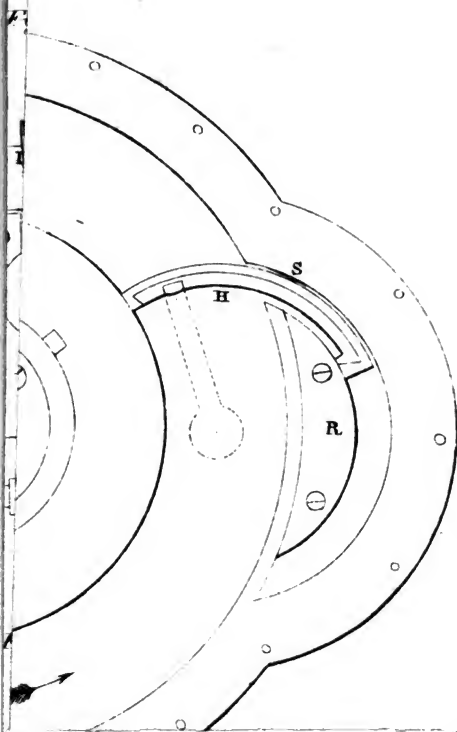
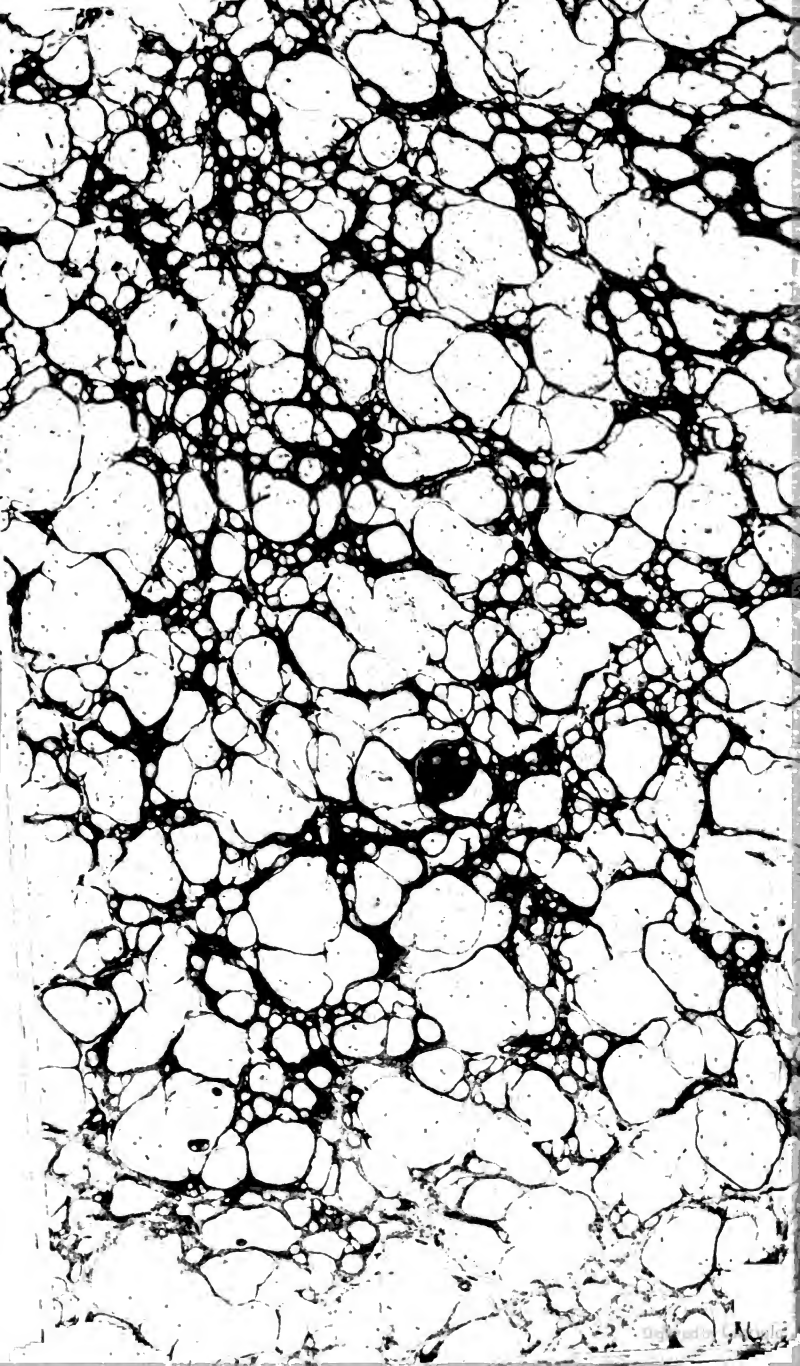


Fig. 15.







UNIVERSITY OF MICHIGAN



3 9015 02022 9400

